



**Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
Рубцовский индустриальный институт (филиал)  
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический  
университет им. И.И. Ползунова»**

## **СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ: ПРОБЛЕМЫ, СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**Материалы XII Всероссийской научно-практической  
конференции с международным  
участием**

**25-26 ноября 2022 г.**



**Рубцовск 2022**

Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции 25-26 ноября 2022 г. / Под ред. к.ф.н., доцента А.Ю. Павлова / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2022. - 358 с.

В сборник материалов научно-практической конференции «Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы», проходившей в Рубцовском индустриальном институте 25-26 ноября 2022 года, вошли статьи ученых, аспирантов и студентов вузов России и зарубежья, посвященные различным направлениям естественных, гуманитарных и технических наук. Конференция проводилась в рамках мероприятий в рамках Десятилетия науки и технологий (2022-2031 гг.), объявленного Президентом Российской Федерации В.В. Путиным.

В материалах конференции представлены результаты поисковых, инновационных, инженерных работ в области строительства, компьютерных технологий, энергетики, транспортных систем, технологических процессов, оборудования, экономики и педагогики. Могут быть интересны широкому кругу читателей: студентам, аспирантам, преподавателям высших учебных заведений, среднеспециальных учреждений.

Стилистика текстов сохранена в авторской редакции.

Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов.

**ISBN 978-5-6045267-6-7**

**Научные редакторы:**

**Попова Л.А.** - канд.физ.-мат.наук, доцент, председатель секции «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

**Гриценко В.В.** - канд.техн.наук, доцент, председатель секции «Прогрессивные технологические процессы и оборудование»

**Курсов И.В.** - канд.техн.наук, председатель секции «Наземные транспортные системы»

**Михайленко О.А.** - канд.техн.наук, председатель секции «Строительные конструкции, материалы, технологии, машины и механизмы»

**Гончаров С.А.** - канд.техн.наук, доцент, председатель секции «Энергосбережение и повышение энергоэффективности»

**Ремизов Д.В.** - канд.экон.наук, председатель секции «Экономика и управление в машиностроительном производстве»

**Павлов А.Ю.** - канд.филос.наук, доцентпредседатель секции «Образование. Педагогика. Гуманитарные науки»

**ISBN 978-5-6045267-6-7**

# СОДЕРЖАНИЕ

## Секция 1. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

<b>Жериборова Е.В.</b> Сравнение алгоритмов машинного обучения для обнаружения атак на промышленные системы	7
<b>Зюков И.В., Раджабов А.И., Сидоров И.А., Попова Л.А.</b> Разработка персонального облачного хранилища	15
<b>Зюков И.В., Раджабов А.И., Сидоров И.А., Попова Л.А.</b> Система безопасности пропускного пункта учебного заведения	21
<b>Кнышов И.Ю., Никитенко Е.В.</b> Учёт данных о компьютерном оборудовании в общеобразовательной школе	28
<b>Раджабов А.И., Зюков И.В., Сидоров И.А., Попова Л.А.</b> Разработка telegram-бота для упрощения процесса информирования студентов РИИ	34
<b>Раджабов А.И., Шевченко А.С.</b> Разработка сайта для инклюзивной школы робототехники «Наука для всех»	39
<b>Рогозин А.О.</b> Разработка системы обучения численным методам решения ОДУ	50
<b>Сидоров И.А., Раджабов А.И., Зюков И.В., Попова Л.А.</b> Система мониторинга продуктов питания с контролем по сроку годности	57
<b>Шевченко А.С., Беляев А.А.</b> Разработка информационной системы «Портфолио учащихся»	65

## Секция 2. Прогрессивные технологические процессы и оборудование

<b>Алексеев Н.С., Иванов С.В.</b> Оптимизация врезного шлифования покрытий	78
<b>Ведерников Я.Д., Рублева О.А.</b> Обоснование требований к проектированию оснастки для торцового прессования деревянных заготовок	86
<b>Гурьев М.А., Аугсткалн А.И., Саяпин В.Ю., Нагих А.А.</b> Ликвация углерода в отливках, полученных литьем по газифицируемым моделям, и способы устранения ее негативного влияния на качество изделий	92
<b>Зобнев В.В., Чернецкая Н.А.</b> Постановка задачи разработки технологии поверхностного легирования рабочих органов почвообрабатывающих машин с использованием ТВЧ-нагрева	98
<b>Шапошников Ю.А., Д.Р. Авраменко</b> Восстановление автомобильных деталей полимерными и клеевыми материалами	104

## Секция 3. Наземные транспортные системы

<b>Барыкин А.Ю., Галиев Р.М., Кулаков А.Т., Курдин П.Г., Нуретдинов Д.И., Тахавиев Р.Х.</b> Исследование методов обеспечения надёжности ведущих мостов грузовых автомобилей при эксплуатации в зимнее время	110
<b>Валекжанин А.И.</b> Перевозка опасных грузов по изъятиям ДОПОГ	116

<b>Гриценко В.В., Архипов Ф.А., Петров М.А.</b> Колесная лебедка для самовытаскивания застрявшего автомобиля ГАЗ-31029	120
<b>Курсов И.В., Маршалов Э.С.</b> Малогобаритное гусеничное транспортное средство	128
<b>Курсов И.В., Маршалов Э.С.</b> Повышение маневренности малогабаритных гусеничных транспортных средств	132
<b>Левин В.Ф., Миллер П.С.</b> Исследование базовой нормы расхода топлива	136
<b>Левин В.Ф., Николайцев Д.А.</b> Оптимизация режимов прогрева двигателя автомобилей TOYOTA	139
<b>Шумов Н.В., Шапошников Ю.А., Терехов А.К.</b> Моделирование дорожно-транспортных ситуаций с использованием манекена	144
<b>Шумов Н.В., Шапошников Ю.А., Терехов А.К.</b> Разметочное устройство для обучения вождению транспортных средств	149

#### **Секция 4. Строительные конструкции, материалы, технологии, машины и механизмы**

<b>Абраменков Д.Э., Кутумов А.А., Богатырева Т.В., Малышев М.С.</b> Определение оптимальных параметров дроссельного пневматического механизма ударного действия навесного молота для разработки мерзлых грунтов	155
<b>Аксенов А.В., Бахтина И.А., Лопатина М.Л.</b> Облако точек в программном комплексе AUTODESK REVIT	163
<b>Бунин Н.С., Бахтина И.А., Басманов Н.Н.</b> Параметрическое конструирование сети газоснабжения в программном комплексе ZULUGIS 8.0	168
<b>Макунина Я.С., Долматов С.Н.</b> Анализ перспектив применения древесно-минеральных композитов в сельском домостроении Хакасии	174
<b>Матвеев К.В., Мельникова Д.А., Бахтина И.А., Гейко Н.В.</b> Подбор сечений воздухопроводов	180
<b>Михайленко О.А.</b> Исследование работы жестких опорных узлов деревянных стоек рам стоечно-балочной системы при статических вертикальных нагрузках на ригель	183
<b>Перепечин В.А., Михайленко О.А.</b> Устройство модульных котельных	193
<b>Стариченко Д.К., Бахтина И.А., Фок Н.А.</b> Создание 3D модели горячего водоснабжения в программе REVIT	200
<b>Хотько Д.В., Бабаев Д.В., Ездина А.А.</b> Использование парового двигателя в современном железнодорожном транспорте	204
<b>Христенко А.И., Ильдерякова П.С., Бахтина И.А., Корнеев А.Н.</b> Проектирование систем отопления в AUTODESK REVIT	214
<b>Чудина А.А., Бахтина И.А., Корнеев А.Н.</b> Виды повреждений и дефектов блочных зданий	219

#### **Секция 5. Энергосбережение и повышение энергоэффективности**

<b>Балашов О.П.</b> Совершенствование диагностирования изоляции высоковольтных кабельных линий городского электроснабжения	226
---	-----

<b>Балашов О.П.</b> Внедрение системы дистанционного контроля обнаружения утечки теплоносителя на предприятии теплоэнергетики	231
<b>Балашов О.П., Шишин А.А., Белых Е.А., Рогожин И.Ю., Шипуля Т.В.</b> Мобильная электростанция на водороде	235
<b>Колычева Е.С., Татарникова А.Н.</b> «SMART METER»-«SMART METERING»-«SMART ENERGY» – развитие понятий от прошлого к современности	238
<b>Колычева Е.С., Плеханов Г.В.</b> Новинки электроники	242
<b>Орищук Е.А, Ездина А.А.</b> Модернизация железнодорожных станций по технологии МПЦ	247
<b>Орловский С.Н., Карнаухов А.И.</b> Волновые процессы в почве при движении плуга	253
<b>Орловский С.Н.</b> Таксационные показатели деревьев — характеристика предмета труда при рубках ухода	257
<b>Плеханов Г.В., Шишин А.А., Белых Е.А., Рогожин И.Ю., Шипуля Т.В.</b> Мини-ТЭЦ, работающая на возобновляемых источниках энергии	263
<b>Саночкин А.С., Свистула А.Е., Брякотин М.Э.</b> Анализ применения газодинамического наддува для повышения эффективности силового агрегата дизель-генератора	270
<b>Татарникова А.Н.</b> Повышение качества электроснабжения на примере сетей филиала ПАО «РОССЕТИ СИБИРЬ» - «АЛТАЙЭНЕРГО»	275

#### **Секция 7. Экономика и управление в машиностроительном производстве**

<b>Асканова О.В.</b> Отечественное машиностроение: стратегические цели и реальные результаты	281
---	-----

#### **Секция 8. Образование. Педагогика. Гуманитарные науки**

<b>Бородина М.Ю.</b> Работа с математически одаренными детьми	294
<b>Васюкова Е.Г.</b> Как провести урок математики с одаренными детьми	298
<b>Гибкий П.В.</b> Обучение современных студентов синтаксическим явлениям китайского языка (на примере эффекта прошедшего времени)	305
<b>Казанцева Ю.В.</b> Особенности преподавания иностранных языков в техническом вузе	310
<b>Корниенко А.Н.</b> Индивидуальный подход к организации процесса изучения деловой коммуникации на иностранном языке в неязыковом вузе	314
<b>Красильникова М.Б.</b> Язык как основа культуры и структурообразующий элемент образования	320
<b>Малозёмов О.Ю.</b> Социально-психологические проблемы здоровьесбережения учащейся молодёжи средствами физической культуры	326

<b>Орлов А.В.</b> Философский аспект виртуальной реальности иноязычной образовательной среды вуза	331
<b>Павлов А.Ю.</b> Религиозная живопись в творчестве Н. Рериха	336
<b>Стрельников С.С., Скудных А.С.</b> Методика отбора студентов для участия в научно-исследовательской деятельности в форме подготовки научных текстов	340
<b>Суханов Ю.В., Васильев А.С., Даимова Ф.Д.</b> Применение современных технологий быстрого прототипирования в процессе изучения технических дисциплин	345
<b>Усольцева С.Л., Самарина Е.В.</b> Роль дисциплины «Физическая культура и спорт» в сохранении репродуктивного здоровья девушек-студенток	353

# СЕКЦИЯ 1. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

УДК 004.85

## СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АТАК НА ПРОМЫШЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ

Е.В. Жериборова

*ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»*

**Аннотация.** Научно-технический прогресс, развитие общества и экономики приводят к тому, что производство становится более сложным и наукоемким, требует внедрения новых технологий управления. Современные автоматизированные системы управления промышленными объектами (ICSS) изменили облик многих промышленных процессов в таких отраслях как: производство и передача электроэнергии, очистка воды, химическое производство и переработка, телекоммуникации, переработка нефти и газа, и проч. С помощью таких систем можно контролировать и управлять оборудованием на расстоянии, передавая данные по беспроводным каналам связи.

Развитие и активное внедрение на производствах автоматизированных систем управления влечет за собой возрастание количества атак и вторжений в сетевую безопасность. Возрастают риски воздействия злоумышленниками на работу оборудования.

Контроль и анализ данных, выявление аномалий в работе оборудования и обнаружение атак являются главными задачами для повышения уровня безопасности системы. От методов, которые применяются для поиска атак, во многом зависит эффективность обнаружения.

В данном исследовании произведен анализ работы различных алгоритмов машинного обучения для поиска аномалий в наборе данных (SWaT), собранных в 2015 году на испытательном стенде Secure Water Treatment, который является макетом современной водоочистительной установки.

**Ключевые слова:** поиск аномалий, АСУТП, киберфизическая безопасность, машинное обучение.

## COMPARISON OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR DETECTION OF ATTACK ON INDUSTRIAL SYSTEMS

E.V. Zheriborova

*FSAEI HE «UrFU named after the first President of Russia B.N. Yeltsin»*

**Annotation.** Scientific and technological progress, the development of society and the economy lead to the fact that production becomes more complex and knowledge-intensive, requires the introduction of new control technologies. Modern automated industrial facility Management Systems (ICSS) have changed the face of many industrial processes in such industries as: electricity generation and transmission, water purification, chemical production and processing, telecommunications, oil and gas processing, etc. With the help of such systems, it is possible to monitor and control equipment at a distance, transmitting data via wireless communication channels.

The development and active implementation of automated control systems in production entails an increase in the number of attacks and intrusions into network security. The risks of attackers affecting the operation of equipment are increasing.

Data monitoring and analysis, detection of anomalies in the operation of equipment and detection of attacks are the main tasks to increase the security level of the system. The detection efficiency largely depends on the methods used to search for attacks.

This study analyzes the operation of various machine learning algorithms to search for anomalies in the data set (SWaT) collected in 2015 at the Secure Water Treatment test stand, which is a mock-up of a modern water treatment plant.

**Keywords:** anomaly detection, industrial control systems, cyber-physical security, machine learning.

## Введение

Промышленная система управления (Industrial Control System, ICS) включает в себя системы диспетчерского управления и сбора данных (Supervisory Control And Data Acquisition, SCADA). Данные системы применяются в промышленных средах и содержат критические инфраструктуры. Обеспечение безопасности предполагает защиту систем от преднамеренных или непреднамеренных изменений в их работе, которые могут повлечь за собой нарушения в функционировании системы. Также необходимо помнить, что для проникновения в сеть управления злоумышленники могут использовать множество самых разнообразных путей на различных уровнях [1].

Для многих технологических систем результаты мониторинга можно представить в виде временных рядов<sup>1</sup>. Свойствами временного ряда являются:

- привязка каждого измерения (сэмпла, дискрета) ко времени его возникновения,
- равное расстояние по времени между измерениями,
- возможность из данных предыдущего периода восстановить поведение процесса в текущем и последующих периодах.

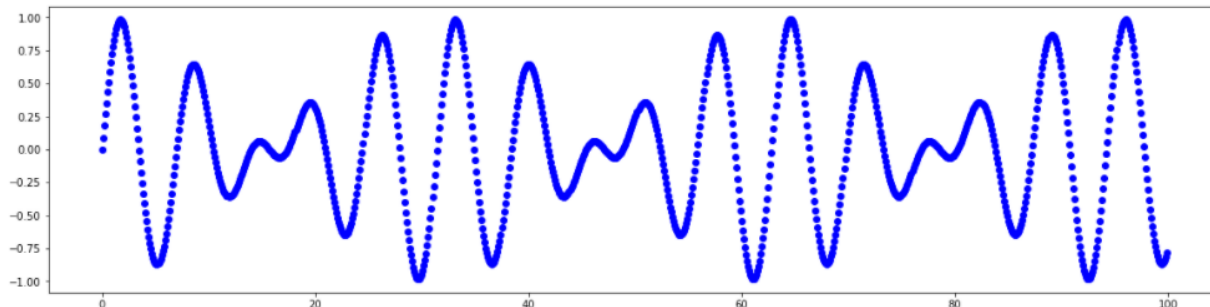


Рис. 1 – Пример временного ряда

Временные ряды могут описывать не только численно измеримые процессы<sup>2</sup>.

В связи с быстрым ростом и усложнением сетевых инфраструктур, эволюцией атак, потребность в безопасности для промышленных систем возрастает с каждым годом. Отсюда вытекает важная задача – внимательно следить и контролировать собранные технологические параметры о работе системы с различных датчиков, исполнительных механизмов, на предмет обнаружения аномалий. Последовательность наблюдений, описывающих изменения показаний работы промышленной системы в течение определенного

<sup>1</sup> «Что такое аналитика данных?», <https://www.intel.ru/content/www/ru/ru/analytics/what-is-data-analytics.html>

<sup>2</sup><https://habr.com/ru/post/588320/>



периода времени, и характеризующая изучаемый процесс, представляет собой временной ряд [2].

Под аномалиями во временном ряду – подразумеваются моменты времени работы системы, в которые поведение системы значительно отличается от предыдущего нормального состояния системы. В данной работе была поставлена задача – определить временные промежутки, в которые могла произойти аномалия.

Современные системы сбора данных совершенствуются и генерируют все более сложные, динамичные, многомерные данные больших объемов, с которыми традиционные статистические методы не справляются и поэтому современные исследования все чаще используют методы машинного обучения для исследования и обработки данных [3]. Из-за отсутствия размеченных данных обнаружение аномалий рассматривается как задача неконтролируемого машинного обучения<sup>3</sup>.

Алгоритмы, которые применяются для работы с неразмеченными данными, можно разделить на четыре группы: 1) линейные модели, 2) алгоритмы, основанные на расстоянии, 3) основанные на оценке плотности и вероятностные алгоритмы, 4) глубокие нейронные сети, которые в настоящее время становятся одним из самых популярных методов машинного обучения [4].

В данной работе представлено исследование по обнаружению атак на промышленное водоочистное сооружение с использованием неконтролируемых алгоритмов обучения (unsupervised learning). Исследование проводится на основании данных «SWaT 2015», собранных на испытательном стенде Secure Water Treatment (SWaT) Сингапурского университета технологии и дизайна. Стенд SWAT является уменьшенной копией (макетом) современной водоочистительной установки, подобной тем, что размещаются в крупных городах. На рисунке 2 представлен макет водоочистительной установки SWaT.

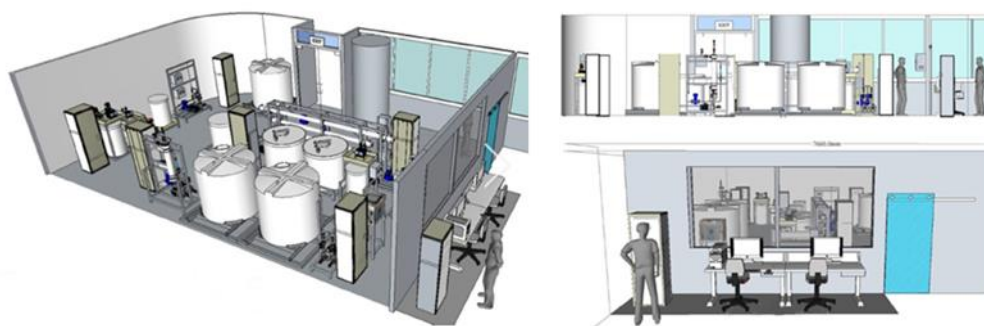


Рис. 2 – Макет водоочистительной установки

Процесс очистки воды состоит из 6 этапов, а пропускная способность установки составляет 5 галлонов в минуту (1,14 м<sup>3</sup>/ч) очищенной воды. Показания датчиков и исполнительных механизмов собираются с помощью

<sup>3</sup> <https://deepai.org/publication/mad-gan-multivariate-anomaly-detection-for-time-series-data-with-generative-adversarial-networks>

системы сбора данных и оперативного контроля (SCADA) для дальнейшего анализа с частотой в 1 секунду<sup>4</sup>.

Набор данных «SWaT 2015» был собран в течение 11 дней непрерывной работы установки, из которых 7 дней стенд работал в нормальном режиме работы, а в течение последующих 4 дней было произведено 36 различных сценариев атак.

### Методика расчета

В процессе нашей работы был произведен анализ и обработка данных. Во время анализа набора данных были обнаружены два временных промежутка (с 6:30:00 2015-12-29 до 6:42:00 2015-12-29, с 13:40:57 2016-02-01 до 13:41:11 01.02.2016), которые были размечены как атаки, в то время как в описании к данным List\_of\_attacks\_Final.pdf<sup>5</sup> было отмечено наличие только 36 атак из 38 выявленных в разметке датасета.

В рамках исследования данные были разделены на две непересекающиеся части: обучение моделей производилось на наборе данных SWaT\_Dataset\_Attack\_v0.xlsx<sup>6</sup>, собранных в период, когда атаки не производились, а проверка работы моделей производилась на тестовых данных SWaT\_Dataset\_Normal\_v1.xlsx<sup>4</sup>, которые содержат временные промежутки, когда были произведены атаки, так и промежутки времени, когда система не подвергалась атакам.

В данной работе были рассмотрены и оценены следующие алгоритмы обнаружения аномалий:

1. Isolation Forest (iForest) – метод изолирующего леса<sup>7</sup>.
2. Local Outlier Factor (LOF) – метод локального уровня выброса<sup>8</sup>.
3. One-Class Support Vector Machines (SVM) – одноклассовый метод опорных векторов<sup>9</sup>.
4. Self-Organizing Map (SOM) – самоорганизующаяся карта Кохонена<sup>10</sup>.
5. LSTM Autoencoder (LSTM-AE) – нейронная сеть с длинной кратковременной памятью (LSTM) в модели автоэнкодера<sup>11</sup>.
6. MLP – AE – многослойный перцептрон<sup>12</sup>.
7. Autoencoder (полносвязный автоэнкодер) – полносвязный автоэнкодер из библиотеки PyOD<sup>13</sup>.

---

<sup>4</sup> <https://itrust.sutd.edu.sg/testbeds/secure-water-treatment-swat/>

<sup>5</sup> [https://drive.google.com/file/d/1iMDIpT\\_DrIDR1nX3u\\_Oq9mCAy2\\_m7Eqz/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1iMDIpT_DrIDR1nX3u_Oq9mCAy2_m7Eqz/view?usp=sharing)

<sup>6</sup> [Physical – Google Диск](#)

<sup>7</sup> [sklearn.ensemble.IsolationForest – scikit-learn 1.1.3 documentation](#)

<sup>8</sup> [sklearn.neighbors.LocalOutlierFactor – scikit-learn 1.1.3 documentation](#)

<sup>9</sup> [sklearn.svm.OneClassSVM – scikit-learn 1.1.3 documentation](#)

<sup>10</sup> [JustGlowing/minisom: MiniSom is a minimalistic implementation of the Self Organizing Maps \(github.com\)](#)

<sup>11</sup> [tf.keras.layers.LSTM | TensorFlow v2.10.0](#)

<sup>12</sup> [Введение в многослойные нейронные сети с TensorFlow's Keras API \(machinelearningmastery.ru\)](#)

<sup>13</sup> [pyod.models.auto\\_encoder – pyod 1.0.6 documentation](#)

После подготовки массива данных были обучены и протестированы указанные алгоритмы. Результаты оценки качества работы рассматриваемых алгоритмов собраны в таблице 1.

Таблица 1

Оценка качества обучения алгоритмов

Метод	Гиперпараметры	Threshold	F1	Accuracy	Precision	Recall
SVM	nu=0.00458, kernel="rbf", gamma=0.0008, scaler=Standard	-	0.28	0.47	0.17	<b>0.86</b>
SVM	nu=0.5, kernel="rbf", gamma="scale", scaler=MinMax	-	0.26	0.37	0.15	<b>0.89</b>
LOF	n_components=5, n_neighbors=10, scaler=Standard	-165.84	0.56	0.93	1	0.39
LOF	n_components=5, n_neighbors=10, scaler=Standard	-30	0.73	0.94	0.91	0.60
iForest	n_estimators=50, contamination=0.001, scaler=Standard	-	0.72	<b>0.95</b>	<b>1.00</b>	0.57
iForest	n_estimators=200, contamination=0.005, scaler=Standard	-	<b>0.74</b>	<b>0.95</b>	0.98	0.59
LSTM-AE	hidden_neurons=[64-32-32-64], window_size=30, resampling=1m, scaler=Standard	5977	0	0.88	0	0
LSTM-AE	hidden_neurons=[64-32-32-64], window_size=30, resampling=1m, scaler=Standard	800	0	0.88	0.60	0.00
LSTM-AE	hidden_neurons=[64-32-32-64], window_size=30, resampling=1m, scaler=Standard	400	<b>0.74</b>	<b>0.95</b>	<b>1.00</b>	0.59
MLP-AE	hidden_neurons=[16-8-4-4-8-16]		<b>0.74</b>	<b>0.95</b>	<b>1.00</b>	0.59
SOM	8x8, sigma=2.0, learning_rate=0.5	784	0	0.88	0.00	0.00
SOM	8x8, sigma=2.0, learning_rate=0.5	220	<b>0.74</b>	<b>0.95</b>	0.91	0.65
Autoencoder(PyOD)	hidden_neurons=[46-25-5-25-46]		0.27	0.92	0.33	0.23

## Обсуждение результатов

Для анализа результатов работы алгоритмов и оценки метрик введем концепцию для описания метрик в терминах ошибок классификации. Рассмотрим матрицу ошибок (confusion matrix). Имеется два класса и алгоритмы, которые предсказывают принадлежность каждого объекта (точки во временном ряду) к одному из двух классов. Обобщенная матрица ошибок классификации представлена в таблице 2.

Таблица 2

		Матрица ошибок классификации	
		фактически	
предсказано		атака	отсутствие атаки
	атака	True Positive (TP)	False Positive (FP)
	отсутствие атаки	False Negative (FN)	True Negative (TN)

Теперь рассмотрим метрики, с помощью которых мы можем оценить качество работы алгоритма предсказывающего отнесение объекта к одному из двух классов.

Метрика Accuracy представляет собой долю правильных ответов, предсказанных алгоритмом, к общему количеству объектов и вычисляется по следующей формуле:

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FN+FP} \quad (1)$$

Данная метрика характеризует качество модели, агрегированное по двум классам. Необходимо учитывать, что в случае, если классы не сбалансированы, Accuracy не дает корректную практическую оценку качества [5].

Для оценки качества работы алгоритма на каждом из классов по отдельности рассмотрим метрики Precision (точность) и Recall (полнота).

Precision, или доля объектов, названных классификатором, как момент атаки, и при этом действительно являющимися моментом атаки, определяется в соответствии с формулой:

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2)$$

Метрика Recall показывает, какую долю объектов класса, относящегося к моменту атаки, из всех фактических моментов атак нашел алгоритм. Данная метрика определяется в соответствии со следующей формулой:

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (3)$$

Recall оценивает способность алгоритма обнаруживать класс, относящийся к моменту атаки вообще, а Precision – оценивает способность отличать этот класс от класса с данными, собранными в момент времени нормальной работы установки.

В статистике ошибки классификации False Positive называют ошибками I-го рода, а False Negative – ошибками II-го рода.

Рассмотрим еще один комбинированный критерий качества на основе точности и полноты – F1-мера, который является гармоническим средним точности и полноты:

$$F1 = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (4)$$

Отметим, что F1-мера предполагает одинаковую важность Precision и Recall.

F1-мера позволяет получить более сбалансированную характеристику работы модели. F-мера достигает 1 (своего максимума), если Precision и Recall равны 1, и наоборот, метрика близка к 0, если один из аргументов близок к 0 [6].

Из полученных в ходе работы результатов можно увидеть, что наилучшие показатели 0,74 по метрике F1-мера показали модели:

- iForest (с гиперпараметрами  $n\_estimators = 200$ ,  $contamination = 0.005$ ),
- LSTM-AE ( $hidden\_neurons=[64-32-32-64]$ ,  $window\_size=30$ ,  $resampling=1m$ ,  $scaler=Standard$ ,  $threshold = 400$ ),
- MLP-AE (16-8-4-4-8-16),
- SOM (8x8,  $sigma=2.0$ ,  $learning\_rate=0.5$ ,  $threshold = 220$ ).

Также показатель Accuracy у данных моделей самый высокий и составляет 0,95.

Доля объектов, названных данными классификаторами моментами атак, и при этом действительно являющиеся моментами атак (Precision) в соответствии с разметкой на тестовых данных, довольно высока и составляет у моделей iForest, LSTM-AE, MLP-AE – 1, у SOM – 0.91.

Доля объектов класса, относящегося к моменту атаки, из всех фактических моментов атак (Recall), которые нашли алгоритмы довольно невысока. У моделей iForest, LSTM-AE, MLP-AE она составляет 0,59, а у модели SOM – 0.65.

У моделей SVM ( $nu=0.00458$ ,  $kernel=«rbf»$ ,  $gamma=0.0008$ ,  $scaler=Standard$ ) и SVM ( $nu=0.5$ ,  $kernel=«rbf»$ ,  $gamma=«scale»$ ,  $scaler=MinMax$ ) довольно высокий показатель метрики Recall – 0.86 и 0.89 соответственно, но очень низкая метрика Precision – 0.17 и 0.15 соответственно. Это говорит о том, что алгоритмы выявляют ложные атаки, в связи с чем F1-метрика у данных моделей также значительно занижена.

Модель LSTM-AE (с гиперпараметрами 64-32-32-64,  $window\_size=30$ ,  $resampling=1m$ ,  $scaler=Standard$ ) и модель SOM(8x8,  $sigma = 2.0$ ,  $learning\_rate = 0.5$ ,  $threshold = 784$ ) не находят аномалии, в отличие от этих же алгоритмов с гиперпараметрами установленными по умолчанию за исключением установленного  $threshold$  – порога принятия решения LSTM-AE( $threshold = 400$ ), SOM( $threshold = 220$ ).

Надо заметить, что метрику Accuracy для сравнения работы моделей с данным набором данных рассматривать нежелательно, так как классы между

собой не сбалансированы, процент аномалий в тестовых данных составляет порядка 12%.

### **Заключение**

Проанализировав ряд статей других авторов, занимающихся изучением данной проблематики [7, 8, 9] и поставив ряд экспериментов, можно сделать вывод о том, что по сравнению с неконтролируемыми алгоритмами обучения алгоритмы контролируемого обучения обеспечивают более высокую скорость обнаружения и меньшую частоту ложных срабатываний. Однако детекторы не могут обнаружить новые виды атак – атаки, примеры которых не были представлены в обучающей выборке. Сгенерировать все возможные варианты атак не представляется возможным из-за их неограниченного числа и разнообразия возможных комбинаций.

В данной работе был проведен ряд экспериментов с использованием алгоритмов машинного обучения, и исходя из полученных результатов следует, что алгоритмы, которые работают с неразмеченными данными, могут обнаруживать атаки на оборудование, но либо плохо обнаруживают класс, относящийся к моменту атаки, либо допускают большое число ложных срабатываний. При использовании данных моделей сложно определить элемент или элементы системы, на который/е происходит атака.

Также в процессе анализа данных и результатов работы алгоритмов возникла гипотеза, состоящая в том, что более поздний эффект от воздействия атаки, чем сам момент атаки (в соответствии с разметкой атаки), также влияет на низкие показатели оценки работы алгоритмов, так как оценка работы моделей производится с использованием разметки на тестовых данных.

В качестве дальнейших шагов по этой теме планируется: улучшение характеристик методов обнаружения аномалий и интерпретируемости результатов их работы, а также улучшение качества разметки датасета SWaT во взаимодействии с авторами макета SWaT.

### **Словарь терминов**

Аномалия – результат измерения в статистике, который выделяется из общей выборки.

Выброс – см. «аномалия».

Гиперпараметры модели – параметры, значения которых задаются до начала обучения модели и не изменяются в процессе.

Датасет – набор данных.

Лес – алгоритм машинного обучения, использующий ансамбль решающих деревьев («Случайный Лес»).

Метрика – показатель качества работы алгоритма машинного обучения показывает насколько качественно работает тот или иной алгоритм.

### **Список литературы**

1. Кожевникова, И.С. Применение машинного обучения для

обнаружения сетевых аномалий / И.С. Кожевникова, Е.В. Ананьин, А.В. Лысенко, А.В. Никишова // Молодой ученый. 2016. № 24 (128). С. 19-21. – URL: <https://moluch.ru/archive/128/35376/> (дата обращения: 17.10.2022). - Текст : электронный.

2. Adepu, S, Mathur A (2018) Distributed attack detection in a water treatment plant: Method and case study. IEEE Trans Dependable Secure Comput: 1–1.

3. M.R., G.R., Ahmed, C.M. & Mathur, A. Machine learning for intrusion detection in industrial control systems: challenges and lessons from experimental evaluation. Cybersecur 4, 27 (2021). – URL: <https://doi.org/10.1186/s42400-021-00095-5>.

4. Созыкин, А.В. Обзор методов обучения глубоких нейронных сетей / А.В. Созыкин // Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2017. Т. 6, № 3. С. 28–59. DOI: 10.14529/cmse170303.

5. Горячкин, Б.С. Анализ чувствительности метрик бинарной классификации к дисбалансу данных, E-Scio / Б.С. Горячкин, А.А. Чечнев. 2021. № 4 (55). С. 23–34.

6. Старовойтов, В.В. Сравнительный анализ оценок качества бинарной классификации / В.В. Старовойтов, Ю.И. Голуб // Информатика. 2020. 17(1). С.87-101. – URL: <https://doi.org/10.37661/1816-0301-2020-17-1-87-101>. - Текст : электронный.

7. Ahmed, CM, Gauthama Raman MR, Mathur AP (2020) Challenges in machine learning based approaches for real-time anomaly detection in industrial control systems In: Proceedings of the 6th ACM on Cyber-Physical System Security Workshop.

8. Gauthama Raman, MR, Somu N, Mathur AP (2019) Anomaly detection in critical infrastructure using probabilistic neural network. In: Shankar Sriram VS, Subramaniaswamy V, Sasikaladevi N, Zhang L, Batten L, Li G (eds) Applications and Techniques in Information Security, 129–141. Springer, Singapore.

9. Raman MR, G, Somu N, Mathur AP (2020) Многослойная модель перцептрона для обнаружения аномалий на водоочистных сооружениях. Int J Crit Infrastruct Prot 31:100393. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2020.100393>.

## **УДК 004.55**

### **РАЗРАБОТКА ПЕРСОНАЛЬНОГО ОБЛАЧНОГО ХРАНИЛИЩА**

И.В. Зюков, А.И. Раджабов, И.А. Сидоров, Л.А. Попова

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются облачные технологии и разработка персонального облачного хранилища. Программа будет представлять удобный способ передачи файлов между устройствами с высокой скоростью.

**Ключевые слова:** облачное хранилище, язык Dart, фреймворк Flutter, платформа OwnCloud, Telegram.

## DEVELOPMENT OF LOCAL CLOUD STORAGE

I.V. Zyukov, A.I. Radzhabov, I.A. Sidorov, L.A. Popova

*Rubtsovsk industrial institute (branch) of Altai State Technical University  
named after I.I.Polzunova*

**Annotation.** This article discusses cloud technologies and the development of personal cloud storage. The program will present a convenient way to transfer files between devices at high speed.

**Key words:** cloud storage, Dart language, Flutter framework, OwnCloud platform, Telegram.

### Введение

Облачное хранилище данных – это хранилище, находящееся на удаленном сервере (или нескольких серверах) с организованным онлайн-доступом, в которое пользователи могут загружать данные или получать из него данные, посылая соответствующие запросы на сервер [1]. Они получили широкое распространение среди всех категорий пользователей, кому необходимо или кто хочет получить доступ к своим данным с любого устройства из любой точки пространства. Сервисы облачных хранилищ постоянно совершенствуются.

Например, если у вас есть жесткий диск, к которому вы можете в любое время подключиться с компьютера, ноутбука, планшета или смартфона, чтобы получить или скачать информацию (презентацию, музыку, программу) – это очень удобно. Также, используя удаленное хранилище данных, можно предоставить доступ к информационным ресурсам в любой момент времени любому пользователю (поделиться с друзьями своими фотографиями, передать различные файлы). Все это стало возможно с появлением облачных хранилищ, которые обладают как некоторыми преимуществами по сравнению с локальным хранением данных, так и недостатками [2]:

Плюсы:

- существуют хранилища (обычно небольшого объема) с бесплатным тарифом;
- возможность доступа к данным из любого места, где есть интернет;
- возможность поделиться информацией с любым человеком с помощью организации переходов по гиперссылкам;
- доступ к информации в облаке можно получить с многих устройств (смартфон, компьютер, планшет и т.д.).

Минусы:

- если нет интернета, то нет доступа к удаленному серверу, а значит и к данным в облаке;
- низкий уровень конфиденциальности информации, большинство сервисов хранят информацию на удаленном сервере в открытом виде, не используя шифрование данных;
- ограниченность ресурсов, предоставляемых пользователю.

А так как это важные критерии хранения информации, не все люди доверяют сервисам, предоставляющим свои облачные хранилища. С учётом



ограничений по части ресурсов можно прийти к выводу, что такие сервисы не являются оптимальным способом хранения личных данных. Кроме того, некоторые облачные сервисы ограничивают не только ресурсы, но и время хранения данных.

Целью данной работы является разработка персонального облачного хранилища, решающего часть приведенных проблем.

Задачи:

- выполнить обзор существующих решений и выбрать наиболее оптимальные для организации хранения данных и доступа к ним;
- изучить возможности Telegram bot API;
- изучить технологии Drag-and-drop;
- разработать мобильное приложение и виджеты;
- создать десктопную программу.

### **Обзор существующих решений**

Самой популярной разработкой для разворачивания локального облачного хранилища является платформа OwnCloud [3].

OwnCloud – это бесплатное и доступное пользователям веб-приложение, основными функциями которого являются синхронизация и обмен данными между пользователями. OwnCloud написан на языках программирования PHP и JavaScript. Платформа работает с базами данных SQLite, MariaDB, MySQL, Oracle Database и PostgreSQL и выполняется на серверах на базе Linux, включая Raspberry Pi.

Разработка OwnCloud была начата Фрэнком Карличеком в январе 2010 года. Целью его разработки было создание бесплатного облачного хранилища, альтернативного коммерческим версиям. OwnCloud можно развернуть на личный сервер совершенно бесплатно. Плюсы OwnCloud:

- администрирование пользователей;
- потоковое мультимедиа;
- расшаривание контента между группами или используя публичные URL;
- фотогалерея;
- закладки;
- онлайн текстовый редактор;
- модуль логирования.
- модуль сокращения унифицированного указателя ресурсов (URL);
- просмотрщик pdf, odf файлов;

У данной платформы также есть несколько существенных минусов:

- сложность разворачивания облака;
- зависимость от сети интернет;
- удалённая база данных (доступ к ней организован по глобальной сети);
- работает только в операционной системе Linux.

Чтобы развернуть данную систему персонально нужно иметь VDS сервер с операционной системой Linux. Также весь процесс настройки платформы

происходит через консоль сервера. Поэтому данный вариант не является оптимальным выбором для обычного пользователя.

### Результаты и их обсуждение

На основе изученных данных была разработана программа, предоставляющая возможность разворачивания персонального облака между несколькими устройствами.

Программа была разработана с использованием языка программирования Dart и кроссплатформенного фреймворка Flutter под операционные системы Windows, Android и IOS. Flutter – это разработанный Google фреймворк с открытым программным кодом, который позволяет просто и быстро создавать мобильные приложения для iOS и Android [4].

Программа подразумевает использование контейнеризатора сред и приложений Docker для запуска образа Linux, где будет работать сервер с базой данных. Также приложение использует API телеграмма для использования бота как способ передачи данных между устройствами. Общая структура описанной системы приведена на рисунке 1.

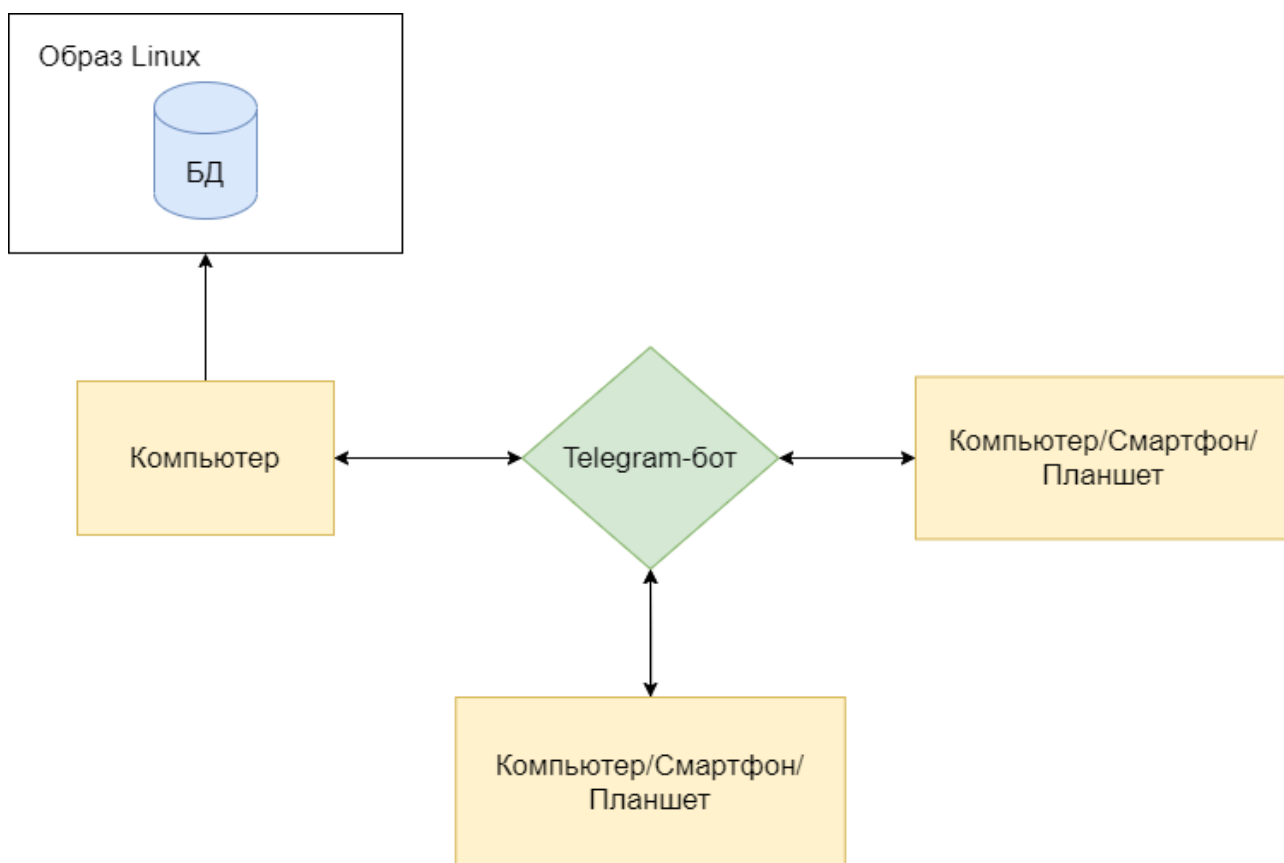


Рис. 1 – Общая структура связи между устройствами

Программа также предоставляет виджет, реализующий механизм DragAndDrop, для удобной передачи файлов между устройствами [5]. Сама передача происходит с помощью Telegram-бота. После отправки файла в облако программа отправляет файл боту, тот в свою очередь отправляет файл

всем устройствам кроме отправителя. Это позволяет совершить всю операцию распространения данных между устройствами с максимальной скоростью и исключает зависимость скорости передачи от самих устройств.

Инфологическая модель базы данных приведена на рисунке 2.

После установки программы на свои устройства пользователь должен выбрать главное устройство. На этом устройстве будет выполняться серверная часть программы, и будет находиться база данных внутри Docker контейнера.

Графический интерфейс мобильной версии программы приведен на рисунке 3.

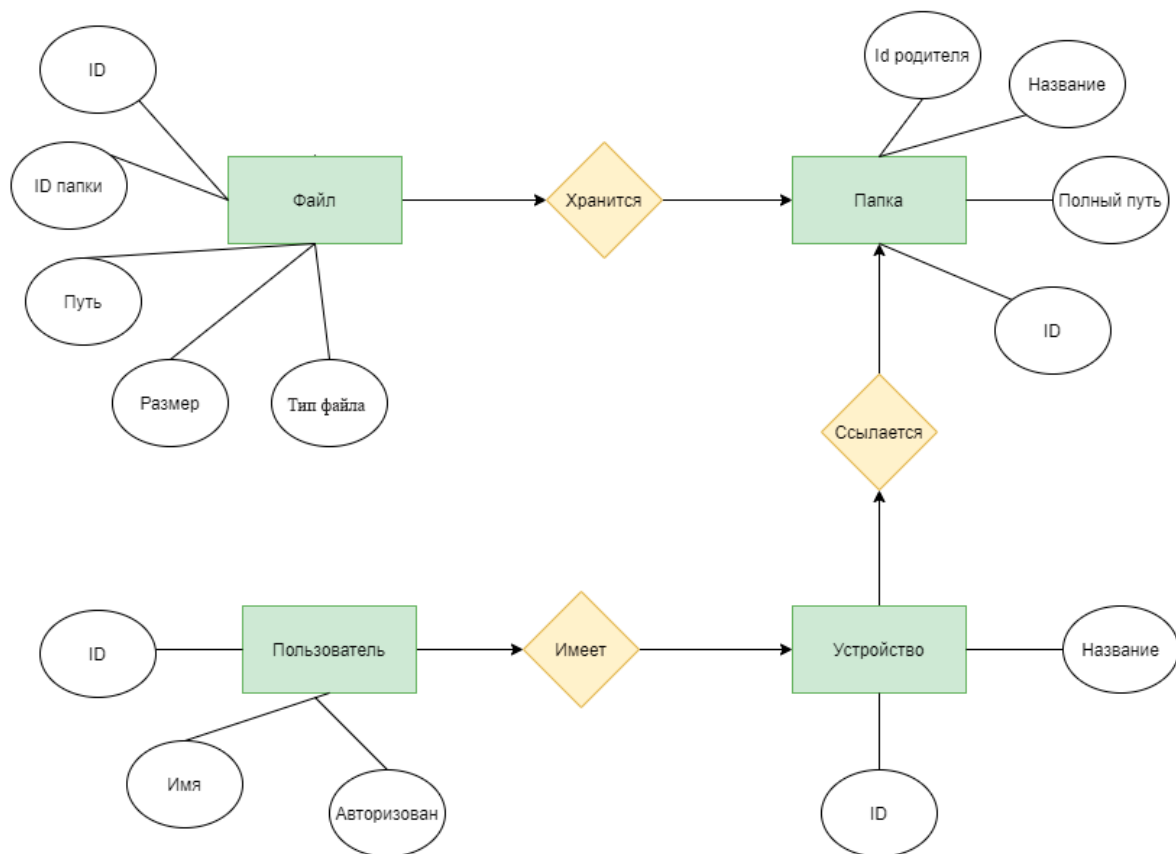


Рис. 2 – Инфологическая модель базы данных

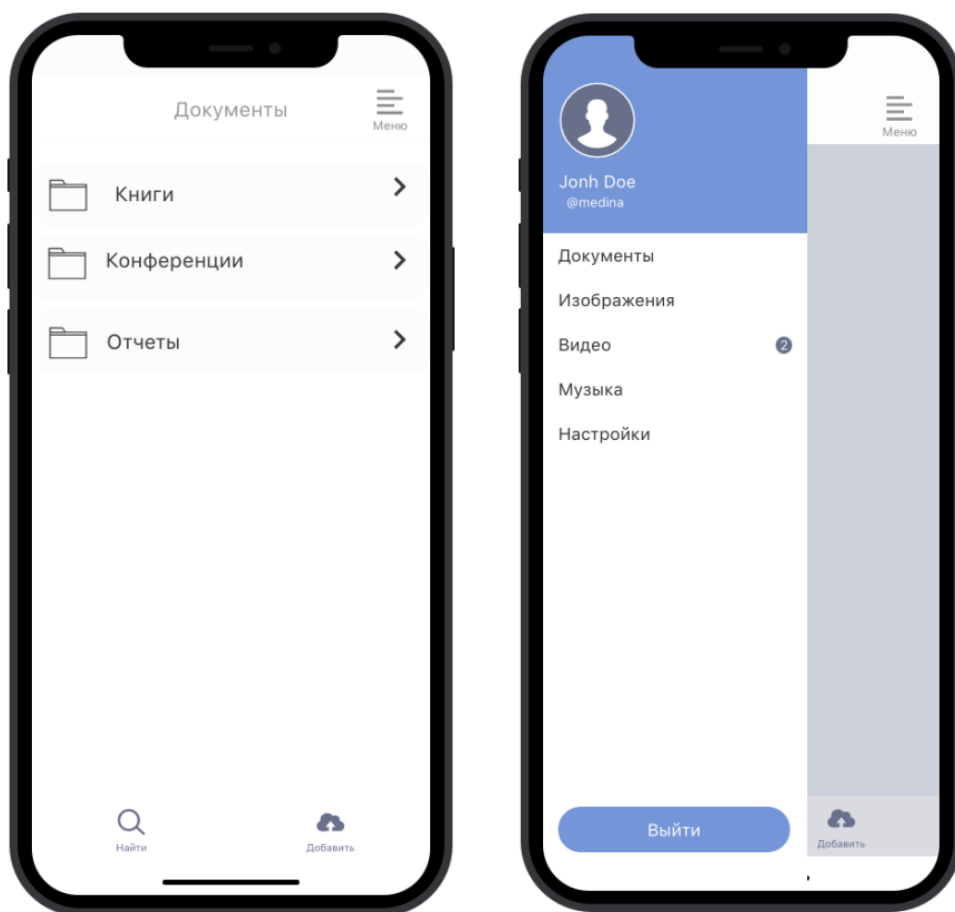


Рис. 3 – Мобильная версия программы

### Заключение

Таким образом, в результате работы были изучены технологии реализации облачных хранилищ, рассмотрены существующие решения. Разработана программа для развертывания персонального облачного хранилища.

Основными достоинствами программы являются:

- простая установка и настройка;
- доступность;
- удобство пользования (удобный интерфейс);
- скорость передачи (для передачи используются сервера Telegram);
- гибкость доступной памяти (объем зависит от пользователя).

В будущем в программу можно добавить поддержку большего количества устройств и мультихостинг (более одного устройства-сервера в одной сети).

### Список литературы

1. Николас, Дж. Карр. Великий переход. Революция облачных технологий / Дж. Карр Николас. Изд-тво: Манн, Иванов и Фербер, 2014. –272 с.
2. Клементьев, И.П. Введение в Облачные вычисления / И.П. Клементьев, В.А. Устинов. Изд-тво: УГУ, 2013. – 223 с.
3. Меднов, С. CNews Cloud. Распространение облачных технологий будет неизбежным / С. Меднов. – URL:

<http://cloud.cnews.ru/reviews/index.shtml72011/04/20/437359> (дата обращения 25.10.2022). – Текст : электронный.

4. Технология Drag and Drop. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Drag-and-drop> (дата обращения 25.10.2022). – Текст : электронный.

5. Flutter documentation. – URL: <https://docs.flutter.dev/get-started/install> (дата обращения 03.11.2022). – Текст : электронный.

6. Администрирование MySQL: курс // Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ». М.: «ИНТУИТ», 2007. – 200 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233562> (дата обращения 03.11.2022). – Текст : электронный.

7. Тэрано, Т. Прикладные нечеткие системы / Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. М., 1993. – 315 с.

8. Гребнев, Е.А. Облачные сервисы: взгляд из России / Е.А. Гребнев. – Изд-тво: Сnews, 2011. – 282 с.

9. Леонов, В.А. GoogleDocs, WindowsLive и другие облачные технологии / В.А. Леонов. Изд-тво: ЭксмоПресс, 2012. – 304 с.

10. Червяков, Н.И. Молекулярные параллельные вычислительные структуры нейропроцессорных систем / Н.И. Червяков, П.А. Сахнюк, А.В. Шапошников. М., 2003. – 436 с.

**УДК 004.422.81**

## **СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ПРОПУСКНОГО ПУНКТА УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ**

И.В. Зюков, А.И. Раджабов, И.А. Сидоров, Л.А. Попова

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается разработка системы безопасности при входе в учебные учреждения. Система должна предоставлять удобный и безопасный способ проверки студентов и школьников при входе в учебные учреждения посредством идентификации лица и сканирование отпечатка пальца.

**Ключевые слова:** безопасность, идентификация лица, сканирование.

## **SECURITY SYSTEM OF THE CHECKPOINT OF THE EDUCATIONAL INSTITUTION**

I.V. Zyukov, A.I. Radzhabov, I.A. Sidorov, L.A. Popova

*Rubtsovsk industrial institute (branch) of Altai State Technical University  
named after I.I.Polzunova*

**Annotation.** This article discusses the development of a security system at the entrance to institutions. The system should provide a convenient and secure way to check students and schoolchildren at the entrance to educational institutions through facial identification and fingerprint scanning.

**Key words:** security, face identification, scanning.

## Введение

Согласно статьям 41 и 42 "Закона об образовании РФ", организация, осуществляющая образовательную деятельность, должна обеспечить безопасность обучающихся во время пребывания в организации [1]. В наше время вопрос безопасности в учебных учреждениях стоит особенно остро в связи с социальными противоречиями и возрастанием уязвимостей городских инфраструктур. Именно к таким инфраструктурам относятся учебные учреждения. В современном мире для обеспечения безопасности на пропускных пунктах используются автоматизированные устройства, что исключает вероятность ошибки из-за человеческого фактора.

Целью данной работы является создание проекта по оснащению пропускного пункта автоматизированными аппаратно-программными средствами идентификации и распознавания эмоционального состояния личности. Определение эмоционального состояния человека может предотвратить возможные чрезвычайные происшествия.

Задачи:

- ознакомиться с областью автоматизации;
- обзор существующих решений;
- изучить программные средства для идентификации личности;
- изучить аппаратные средства для идентификации личности;
- разделить логику будущей системы на компоненты;
- определить зависимости между компонентами;
- спроектировать систему.

В наши дни необыкновенно востребованной оказалась биометрическая идентификация личности. Существующие биометрические системы, позволяющие выполнять распознавание человека:

- по голосу;
- по чертам лица;
- по сигнатуре отпечатка пальца человека;
- по структуре расположения вен пальцев или ладоней;
- по структуре оболочки глаза;
- по ДНК;
- по термограмме лица;
- по строению ушных раковин;
- по отражению инфракрасного потока кожи;
- по микродвижению губ;
- по кардиограмме;
- по рисунку кисти руки.

Как видно из приведенного выше списка, существует множество способов идентификации личности [2]. Но не все они могут быть реализованы в рамках пропускного пункта. Чтобы процесс распознавания человека не был слишком долгим, оптимальным вариантом будет выбор устройств, самых доступных по части аппаратно-программного обеспечения и скорости проверки.

Для организации программно-аппаратного взаимодействия в процессе идентификации личности нами были выбраны устройства, обрабатывающие:

- биометрию по чертам лица;
- биометрию по папиллярному рисунку пальца человека.

Существуют достаточно много аппаратных средств для получения и обработки выбранных биометрических данных, например, сканер лица и сканер отпечатка пальца. На их основе можно сделать устойчивую систему безопасности для пропускных пунктов.

Выбранные аппаратные средства приведены на рисунках 1 и 2.



Рис. 1 – Биометрический сканер отпечатка пальцев



Рис. 2 – Биометрический сканер по чертам лица

### **Методика построения системы идентификации личности**

На основе изученных материалов была спроектирована система безопасности пропускного пункта с двухфакторной идентификацией, которая может быть внедрена в учебные учреждения. Система состоит из комплекса

устройств для получения биометрических данных и программы для их обработки и хранения (рисунок 3).

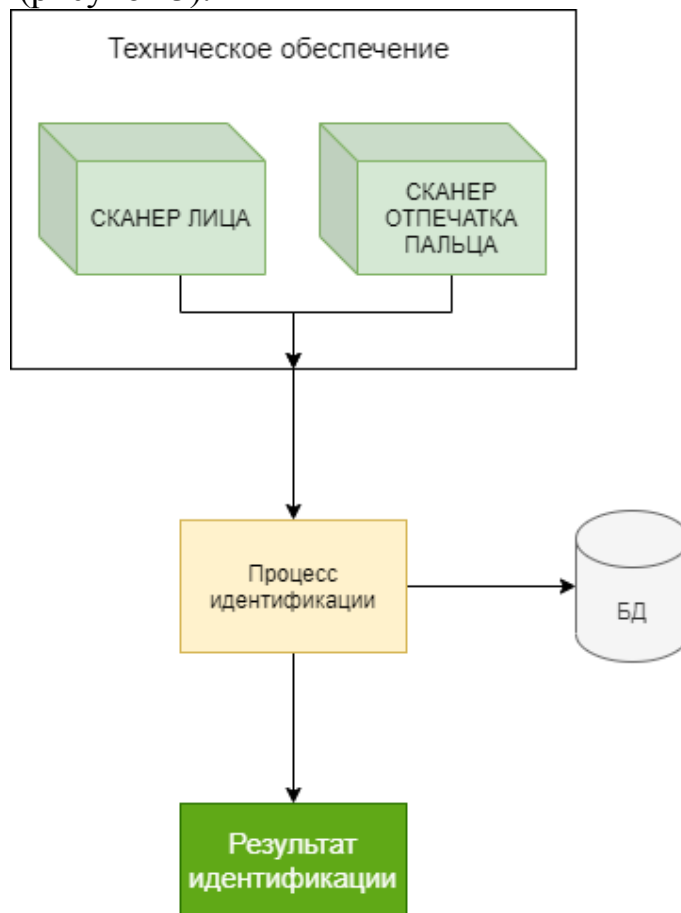


Рис. 3 – Общая структура системы

Двухфакторная идентификация обусловлена следующими критериями:

- исключает возможность обмана системы, способом подделки отпечатка пальца;
- адекватное поведение системы при возникновении исключений (сканер лица может перепутать близнецов).

Сканер лица подразумевает камеру, которая в определенный момент делает снимок и передает на обработку. Так как система является двухфакторной, камера активируется только после сканирования отпечатка пальца. Программа для распознавания лица использует модуль с нейронной сетью, которая принимает видеопоток и обрабатывает. После обработки данный модуль выдает результат в виде уникального токена. Программа получает данные с устройств и сравнивает их с имеющимися в БД [3].

Для полноценной работы системе необходимо минимальное количество данных. Поэтому база данных является оптимизированной и не хранит лишней информации.

Выбранные программные средства:

- язык программирования JavaScript;
- библиотека OpenCV;
- Emotect API.



Существует много различных нейронных сетей для идентификации лица, но в основном все они платные. У всех них одинаковая структура процесса распознавания. Первый шаг – это всегда выявление лица на изображении, второй – получение с изображения признаков и третий – сравнение признаков с существующей информацией в базе данных. Главная разница между ними – это то, что совокупности их признаков вычисляются различными способами, а после эти совокупности сравниваются между собой. Также большинство нейронных сетей изначально не имеют функции обучения при получении новой информации на вход. За исключением библиотеки OpenCV, которая является open-source проектом и может послужить хорошим выбором для данного проекта [4]. OpenCV написана на C++, но существует также для Python, JavaScript, Ruby и других языков программирования. Работает на MacOS, Linux и Windows, Android и iOS.

OpenCV применяется:

- в робототехнике – для реализации компьютерного зрения;
- медицинских технологиях – для создания точных способов диагностики, например, 3D-визуализации анатомии при МРТ;
- промышленных технологиях – для автоматизированного слежения за качеством, сканирования этикеток, сортировки продуктов и т.д.;
- мобильной фотографии – для создания фильтров, изменяющих лицо приложений;
- на транспорте – для проектирования автопилотов.

Преимущества OpenCV:

- активное сообщество;
- бесплатный доступ;
- обилие алгоритмов;
- высокая скорость;
- возможность работы в реальном времени.

Программа EmoDetect предназначена для регистрации (записи) лица человека и определения его эмоционального состояния. EmoDetect входит в единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных. EmoDetect предоставляет API в качестве модуля по определению положения лица на изображении, характеристических точек на нем и определения эмоционального состояния. Анализатор программы EmoDetect распознаёт около 20 информативных локальных черт лица, которые характеризуют психоэмоциональное состояние человека (ASM). Анализатор эмоций позволяет определить до 6 основных эмоциональных состояний: страх, грусть, удивление, злость, радость, отвращение.

### **Результаты и обсуждение**

Для внедрения данной системы безопасности учреждению необходимо приобрести шлагбаумы со встроенными сканерами отпечатка пальца и биометрии лица. Также заполнить базу биометрическими данными студентов и

иных людей, кто может заходить в учебное учреждение. Концепт, спроектированный на базе РИИ АлтГТУ приведен на рисунках 3 и 4.

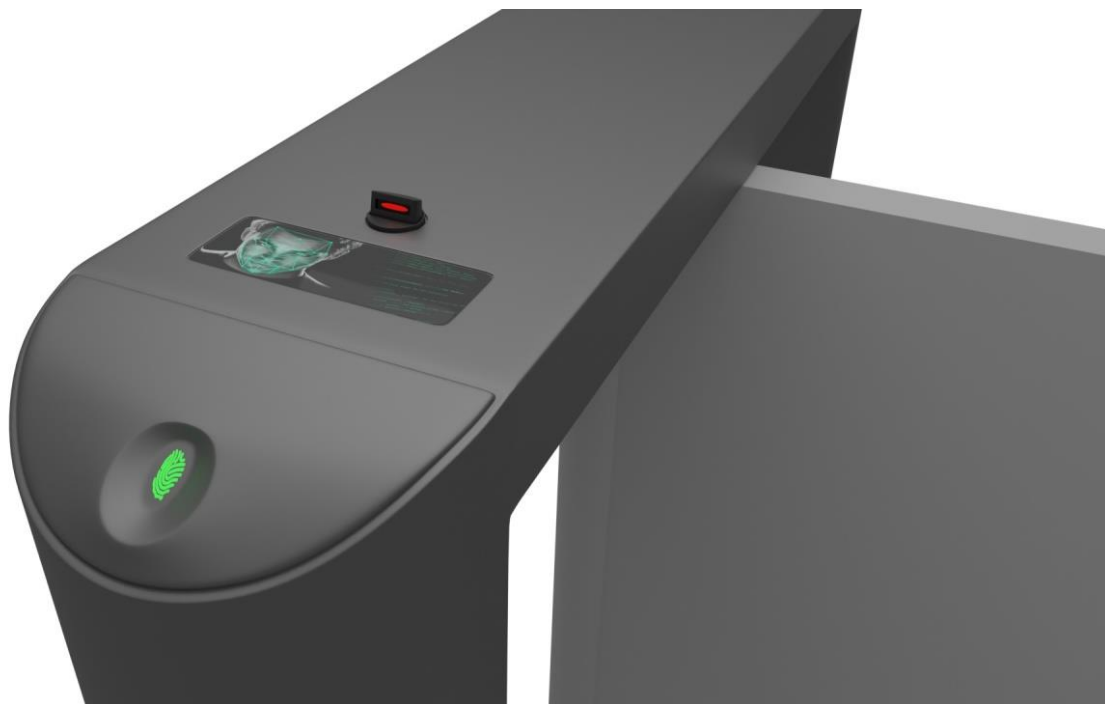


Рис. 5 – Концепт пропускного пункта

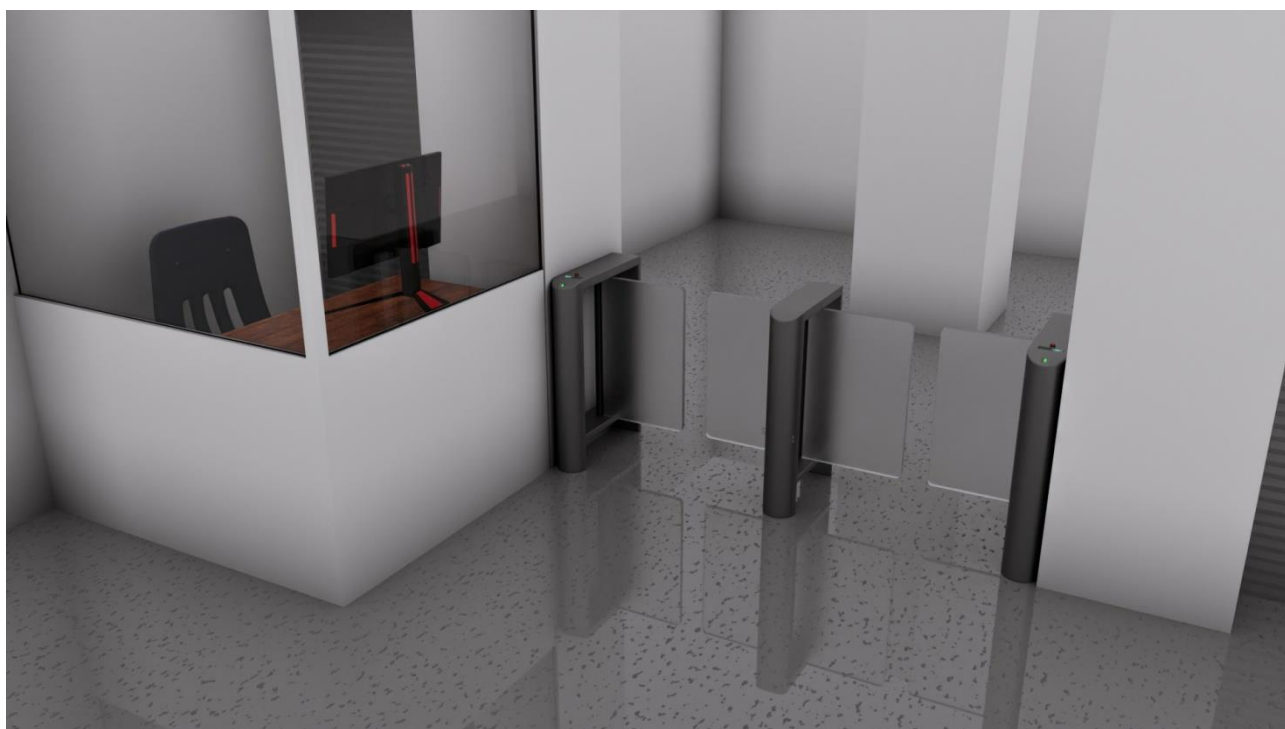


Рис. 6 – Общий вид пропускного пункта

### **Заключение**

Таким образом, в результате работы была спроектирована система безопасности с применением аппаратно-программных средств для

идентификации личности. Система предназначена для внедрения в пропускные пункты учебных заведений.

Основными достоинствами системы являются:

- доступность;
- отсутствие человеческого фактора;
- устойчивость;
- актуальность.

В будущем систему можно расширить для внедрения в другие участки учебных заведений (при входе с улицы, в коридорах и в аудиториях).

### Список литературы

1. Требования к мерам безопасности в школах. – URL: <https://ria.ru/20180119/1512926906.html> (дата обращения 03.11.2022). – Текст : электронный.

2. Использование OpenCV и Face Recognition в системах распознавания лиц на одноплатных компьютерах типа Raspberry Pi. – URL: <https://evergreens.com.ua/ru/articles/open-cv-face-recognition.html> (дата обращения 03.11.2022). – Текст : электронный.

3. Администрирование MySQL: курс // Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ». – М.: «ИНТУИТ», 2007. – 200 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233562> (дата обращения 03.11.2022). – Текст : электронный.

4. Брокшмидт, К. Пользовательский интерфейс приложений для Windows 8, созданных с использованием HTML, CSS и JavaScript: учебный курс // Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ». 2-е изд., исправ. / К. Брокшмидт. М.: «ИНТУИТ», 2016. – 396 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429247> (дата обращения 03.11.2022). – Текст : электронный.

5. Круглов, В.В. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети / В.В. Круглов, М.И. Дли, Р.Ю. Голунов. М., 2001. – 332 с.

6. Технология распознавания лиц «А» до Я». – URL: <https://securityrussia.com/blog/face-recognition.html> (дата обращения 03.11.2022). – Текст : электронный.

7. Тэрано, Т. Прикладные нечеткие системы / Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. М., 1993. – 315 с.

8. Червяков, Н.И. Молекулярные параллельные вычислительные структуры нейропроцессорных систем / Н.И. Червяков, П.А. Сахнюк, А.В. Шапошников. М., 2003. – 436 с.

**УДК 004.42**

**УЧЁТ ДАННЫХ О КОМПЬЮТЕРНОМ ОБОРУДОВАНИИ  
В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ**

И.Ю. Кнышов, Е.В. Никитенко

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО “Алтайский  
государственный технический университет им. И.И. Ползунова”*

**Аннотация.** В статье рассматривается разработка программы учета данных о компьютерном оборудовании в общеобразовательной школе. Описываются инфологическая и даталогическая модели разработанного программного обеспечения. Проведен анализ используемого программного обеспечения с целью выявления его недостатков. Внедрение данной программы в общеобразовательной школе позволит автоматизировать работу с документами и повысить эффективность работы сотрудников.

**Ключевые слова:** учёт данных, Visual Studio, C#, школа, компьютерное оборудование.

**ACCOUNTING OF DATA ON COMPUTER EQUIPMENT IN A  
SECONDARY SCHOOL**

I.Y. Knyshev, E.V. Nikitenko

*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the Altai State Technical University  
named after I.I. Polzunov*

**Annotation.** The article discusses the development of a program for accounting data on computer equipment in a secondary school. The infological and datalogical models of the developed software are described. The analysis of the software used was carried out in order to identify its shortcomings. The introduction of this program in a secondary school will automate the work with documents and improve the efficiency of employees.

**Keywords:** data accounting, Visual Studio, C#, school, computer equipment.

**Введение**

Автоматизация любого объекта подразумевает внедрение функций, выполняемых машиной, а не человеком. Темой данной разработки является «Учёт данных о компьютерном оборудовании в общеобразовательной школе». Выбор темы основан на достаточно низком уровне обслуживания и наличии большого объема ручной работы в учебных заведениях. Выбранная область автоматизации содержит множество повторяющихся действий по оформлению документов, в частности отчётов. Поэтому имеет смысл автоматизировать хотя бы часть работы таким образом, чтобы заместитель директора по хозяйственной части или системный администратор школы могли без особых усилий оформлять накладные и заявки, печатать справки и отчетные документы. Основная работа будет выполняться программой, которая к тому же позволит хранить и оперативно обрабатывать информацию.

В качестве аналогичного используемого программного продукта стоит рассмотреть «10-StrikeSoftware» инвентаризация компьютеров. У данной программы масса достоинств, таких как: автоматический сбор информации по всему аппаратному и программному обеспечению, мощный генератор отчётов, позволяющий создавать отчёты в различных форматах, обнаружение неполадок

и проблем ПК. Но также имеются и существенные недостатки: узкоспециализированная программа, высокая стоимость.

Таким образом, можно сказать, что выбор темы основывается на достаточно низком уровне автоматизации учёта и наличии большого объема ручной работы, а также желании внедрить современные достижения электронного мира [2].

Целью является разработка программы «Учёт данных о компьютерном оборудовании в общеобразовательной школе».

Для достижения данной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- изучить предметную область учёта компьютерного оборудования;
- разработать инфологическую и даталогическую модели;
- произвести анализ требований к программным и аппаратным средствам;
- разработать и заполнить БД и организовать её функционирование;
- создать ПО и отладить его на контрольных примерах.

### **Методика расчёта**

Необходимо разработать систему учета данных о компьютерном оборудовании в общеобразовательной школе, которая позволит облегчить и ускорить работу по учету оборудования сотрудникам школы. Составлена инфологическая модель со следующими сущностями: ответственный, аудитория, оснащение, склад, тип оборудования, история сдачи в ремонт, история перемещения (рис.1).

Разработана структура базы данных с использованием возможностей языка C# и описана даталогическая модель (рис.2).

Требования к аппаратным и программным средствам:

- Минимум 2 компьютера стандартной конфигурации, соединённых в локальную сеть;
- Наличие устройств вывода – минимум 2 принтера.
- ОС Windows 10;
- Программная платформа NET Framework 4.0 и выше;
- Среда разработки Visual Studio с установленным пакетом языка C# [1];
- Microsoft Word Interop;
- Текстовый процессор MS Word.

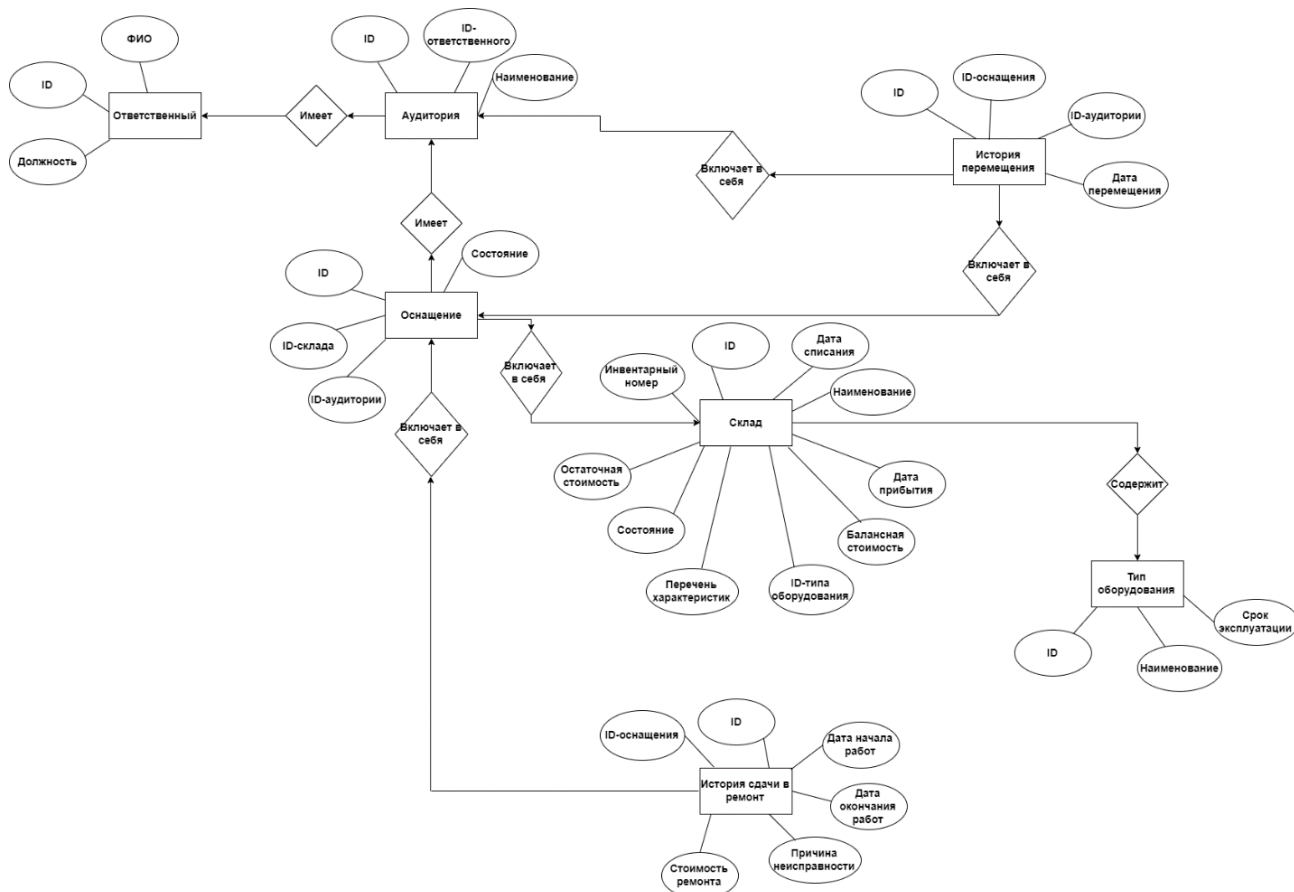


Рис. 1 – Инфологическая модель

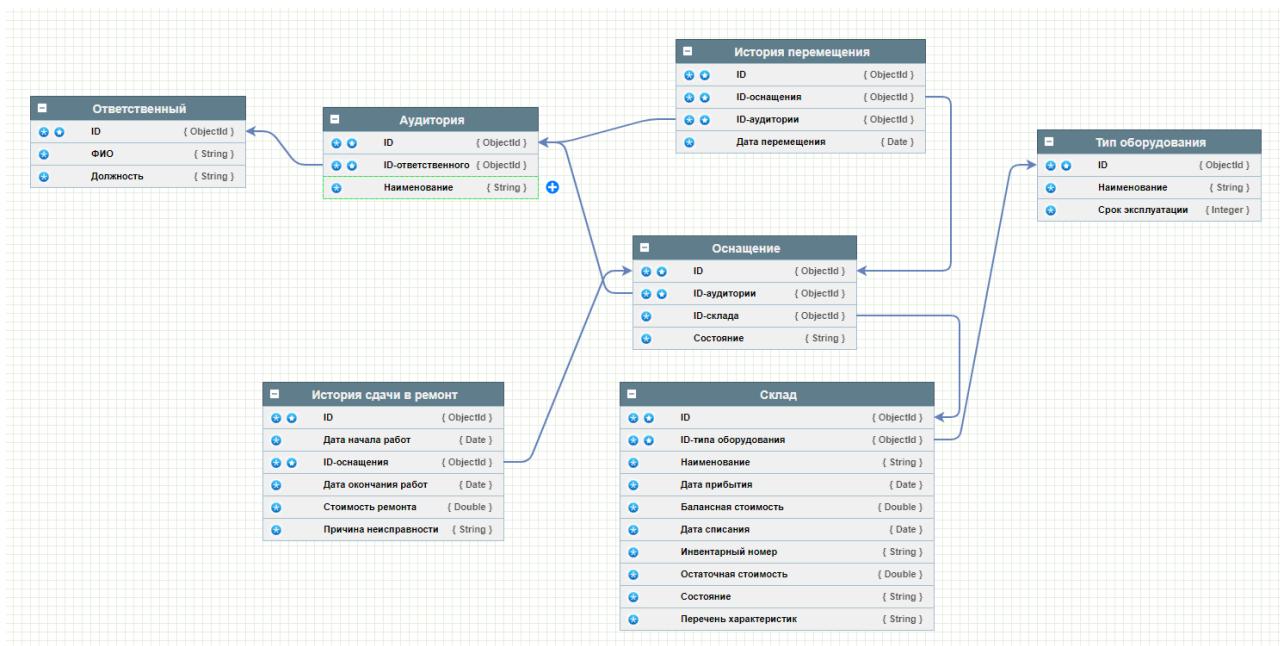


Рис. 2 – Даталогическая модель

В программном обеспечении «Учёт данных о компьютерном оборудовании в общеобразовательной школе» предусмотрены следующие функции:

- ведение базы данных;

- вывод данных на экран согласно запросам, к бд;
- вывод на экран справок;
- вывод документов на печать;
- вывод на экран помощи.

Разработано пользовательское меню со следующими пунктами: справочники, компьютерное оборудование, документы, справка, помощь, выход (рис.3).

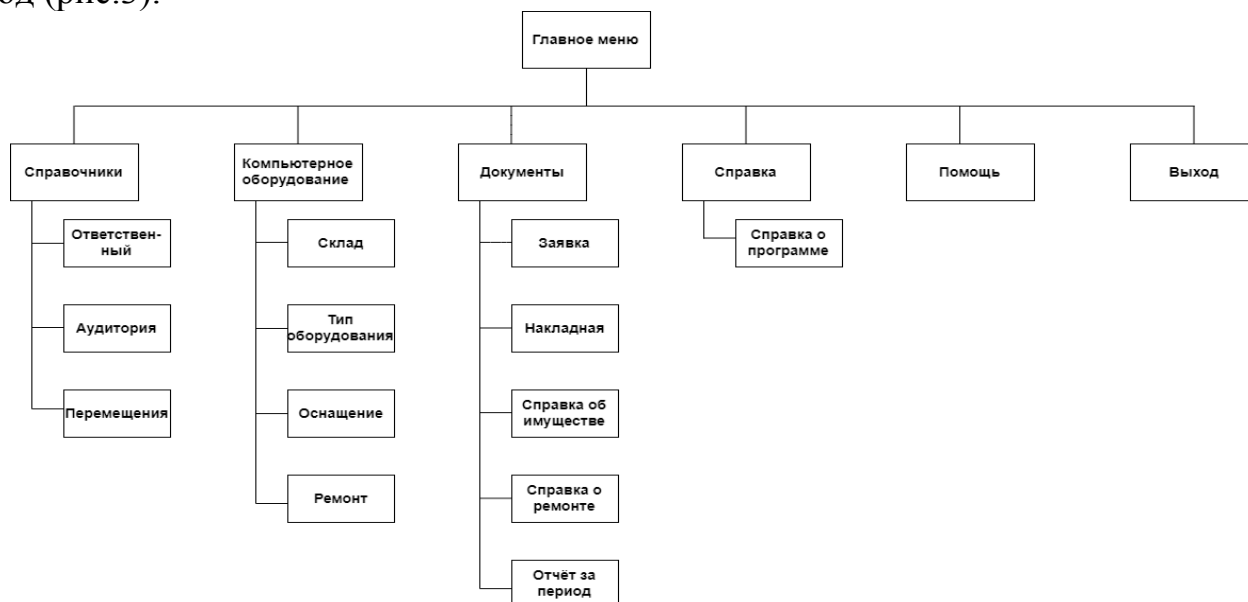
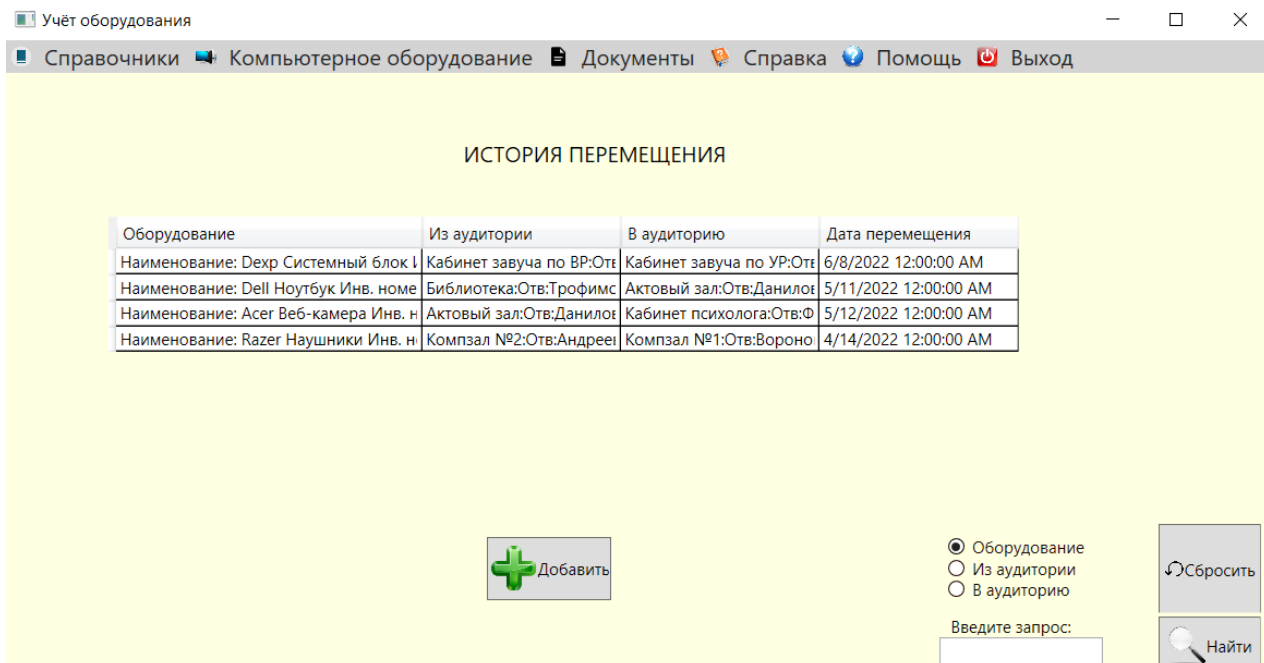


Рис. 3– Пользовательское меню

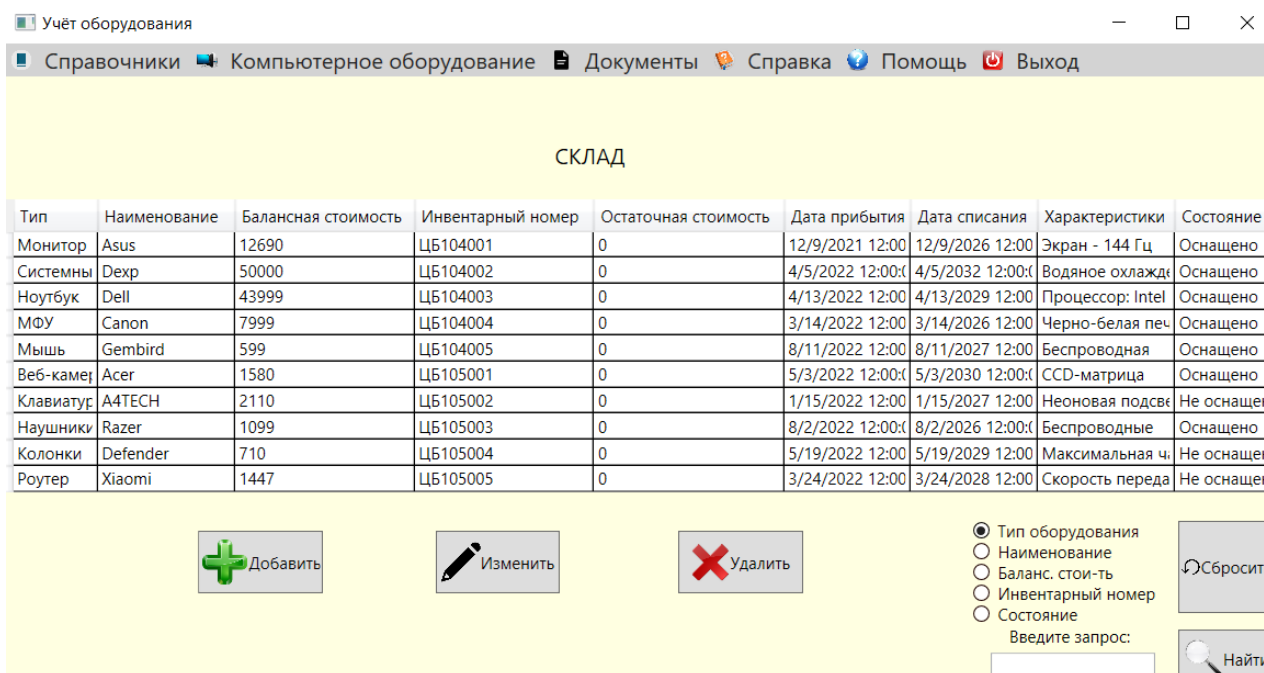
### Обсуждение результатов

Разработанная программа позволяет осуществлять ведение таблиц базы данных (БД) «Учёт данных о компьютерном оборудовании в общеобразовательной школе». Создана модель БД, интерфейс (формы и редакторы форм), разработана логика взаимодействия между сущностями модели БД и визуальным представлением. При разработке использовались следующие возможности языка C#: модель БД «Code First», Entity Framework, Microsoft Word Interop, SQL-сервер. В пункте меню «Справочники» представлена вспомогательная информация о компьютерном оборудовании (информация об имеющихся аудиториях, ответственных за них, а также о перемещении оборудования). В пункте «Компьютерное оборудование» содержится информация о наличии оборудования на складе, оснащении аудиторий, история сдачи оборудования в ремонт. Воспользовавшись пунктом меню «Документы» можно сгенерировать отчётные документы, такие как: заявка на включение в перечень особо ценного имущества, накладная на перемещение оборудования, справка о наличном имуществе, справка о ремонте оборудования, а также итоговый отчёт за определённый период. В пунктах меню «Справка» и «Помощь» расположена информация о программе [3].

Результаты работы программы представлены на рис. 4, 5,6.



**Рис. 4 – Форма «История перемещения»**



**Рис. 5 – Форма «Склад»**



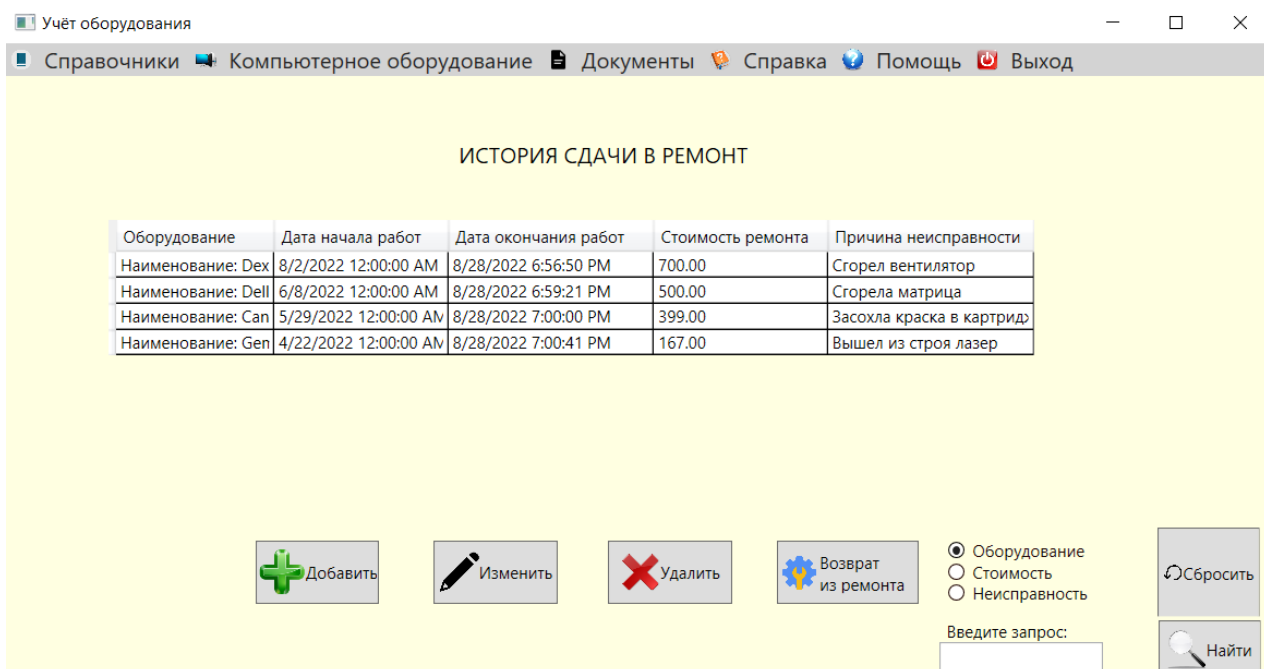


Рис. 6 – Форма «История сдачи в ремонт»

### Заключение

В результате разработки программы «Учёт данных о компьютерном оборудовании в общеобразовательной школе» были решены следующие задачи:

- изучена предметная область учёта компьютерного оборудования;
- разработаны инфологическая и даталогическая модели;
- произведен анализ требований к программным и аппаратным средствам;
- разработана и заполнена БД и организовано её функционирование;
- создано ПО и отлажено на контрольных примерах [5, 32-41].

Данное ПО позволяет автоматизировать работу заместителя директора по хозяйственной части и учителя информатики, а именно формирует ответы на запросы и увеличивает скорость обработки данных за счет организации мгновенной связи с таблицами БД.

Разработанная программа позволяет осуществлять:

- ведение базы данных;
- составление и вывод накладных на перемещение;
- формирование заявок;
- составление и вывод справок о находящемся имуществе и ремонте;
- поиск, сортировку и фильтрацию данных;
- формирование отчетных документов и вывод их на экран, печать документов;
- формирование и вывод справки, помощи о программе.

Правильность работы программного обеспечения доказана на контрольном примере.

В дальнейшей перспективе планируется добавить: авторизацию пользователей, импорт данных из таблиц Excel, а также расширение структуры базы данных для работы с большим количеством данных [4, 124-129].

### Список литературы

1. Абрамян, А.В. Разработка пользовательского интерфейса на основе технологии Windows Presentation Foundation: учебник по курсу «Основы разработки пользовательского интерфейса» для студентов направления 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» (бакалавриат) / А.В. Абрамян, М.Э.Абрамян. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Южный федеральный университет, 2018. – 302 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499453> (дата обращения: 22.11.2022) – Текст : электронный.
2. Васильев, А.Н. Программирование на C# для начинающих. Основные сведения / А.Н. Васильев. Москва: Эксмо, 2018. – 592 с.
3. Хаббард, Дж. Автоматизированное проектирование баз данных / Дж. Хаббард. М.: Мир, 1984. – 296 с.
4. Ицик, Бен-Ган. MicrosoftSQL Server 2012. Высокопроизводительный код T-SQL. Оконные функции / Бен-Ган Ицик. – М.: Русская Редакция, 2013. – 872 с.
5. Жилинский, А. Самоучитель Microsoft SQL Server 2008 / А. Жилинский. М.: БХВ-Петербург, 2009. – 240 с.

**УДК 004.55**

### **РАЗРАБОТКА TELEGRAM-БОТА ДЛЯ УПРОЩЕНИЯ ПРОЦЕССА ИНФОРМИРОВАНИЯ СТУДЕНТОВ РИИ**

А.И. Раджабов, И.В. Зюков, И.А. Сидоров, Л.А. Попова

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский  
государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается разработка информационной системы для РИИ АлтГТУ в виде бота для мессенджера Telegram. Система будет предназначена для упрощения процесса информирования студентов РИИ АлтГТУ.

**Ключевые слова:** информационная система, бот, Telegram, API.

### **DEVELOPMENT OF A TELEGRAM BOT TO SIMPLIFY THE PROCESS OF INFORMING RII STUDENTS**

A.I. Radzhabov, I.V. Zyukov, I.A. Sidorov, L.A. Popova

*Rubtsovsk industrial institute (branch) of Altai State Technical University  
named after I.I.Polzunova*

**Annotation.** This article discusses the development of an information system for RII AltSTU in the form of a bot for the Telegram messenger. The system will be designed to simplify the process of informing students of RII AltSTU.

**Key words:** information system, bot, Telegram, API.

## **Введение**

Источники информирования должны быть быстрыми и удобными. Текущий способ информирования студентов в РИИ является разрозненным и не удовлетворяет всем потребностям пользователей. Информация не всегда своевременно доходит до получателя из-за того, что в РИИ используется децентрализованная система оповещения. Структурированная система информирования является наиболее оптимальной для широкого круга пользователей, учитывая обилие способов и возможностей реализовать её. Сейчас наиболее развивающейся и актуальной платформой для социального взаимодействия является Telegram. Платформа предоставляет BotAPI для создания ботов, организующих выполнение различных задач [1]. В связи с выявленной проблемой было решено разработать систему информирования в виде специализированного бота для устранения данной проблемы.

Целью данной работы является разработка Telegram-бота для информирования студентов в виде специализированного приложения для устранения недостатков, связанных с разрозненностью источников информации в РИИ АлтГТУ.

Задачи:

- изучить информационную структуру сайта РИИ;
- спроектировать схему информационной системы;
- изучить Telegram Bot API для создания специализированных приложений (ботов);
- спроектировать базу данных для надежного хранения общедоступной информации с возможностью быстрого доступа к ней;
- разработать бота, управляющего передачей информационных ресурсов из базы данных пользователям;
- заполнить базу данных бота необходимыми общедоступными данными с сайта РИИ.

## **Результаты и их обсуждение**

Для разработки бота было решено использовать следующие технологии:

- среда Node.js;
- фреймворк Express;
- язык программирования JavaScript;
- Telegram Bot API;
- СУБД PostgreSQL.

Вся полезная информация на сайте института поделена на разделы. Было решено для разрабатываемой системы выбрать данные из следующих разделов:

- школьнику;
- абитуриенту;
- студенту;
- выпускнику.

Помимо сайта студенты также могут получать информацию через старост или телефонные звонки. Стоит упомянуть, что старосты не всегда могут донести информацию до всех и также телефонные звонки зачастую бывают безуспешны.

После исследования проблемы и на основе изученных данных был разработан Telegram-бот, представляющий собой структурированный в один комплекс автоматизированный доступ к информационной системе сайта РИИ АлтГТУ [2].

Общая структура бота приведена на рисунке 1.



Рис. 1 – Общая структура системы бота

На рисунке 2 и 3 приведены основные функции Telegram-бота.

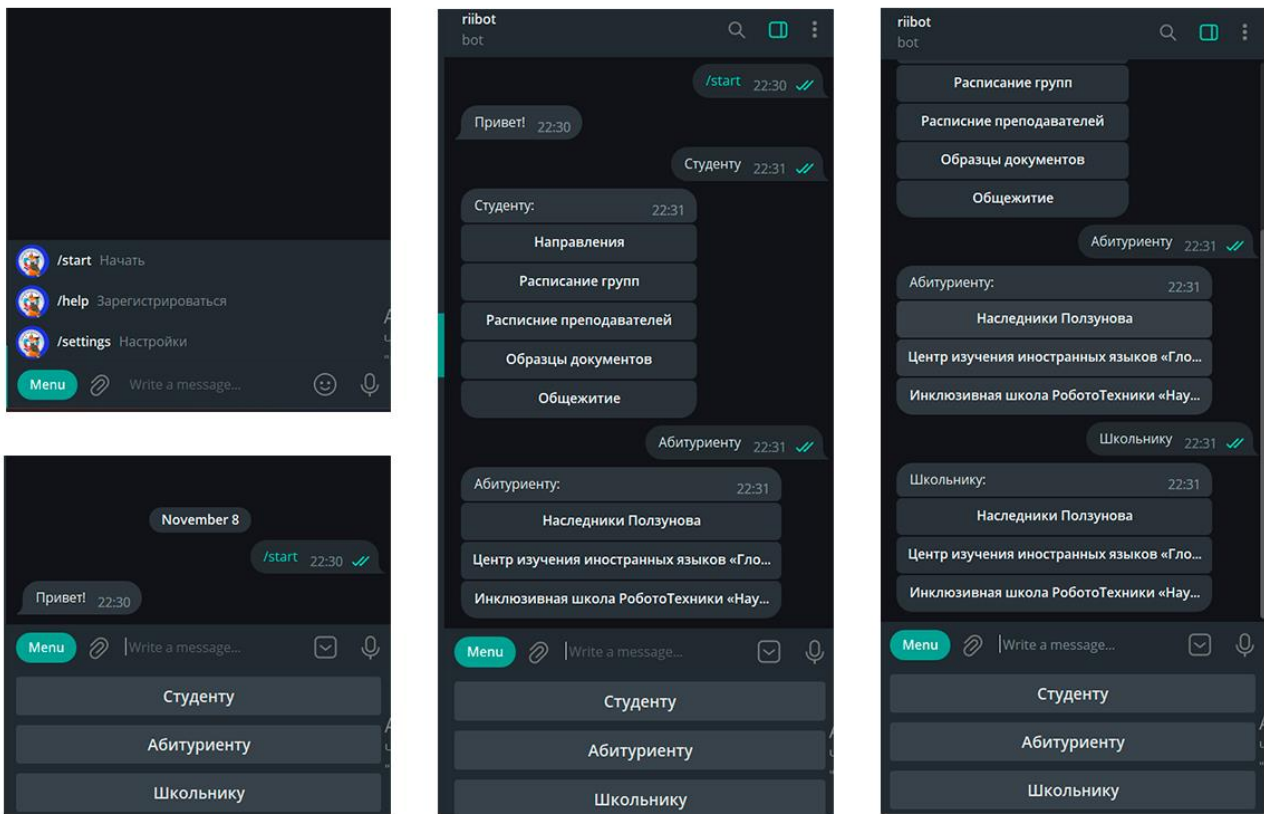


Рис. 2 – Основной функционал Telegram-бота

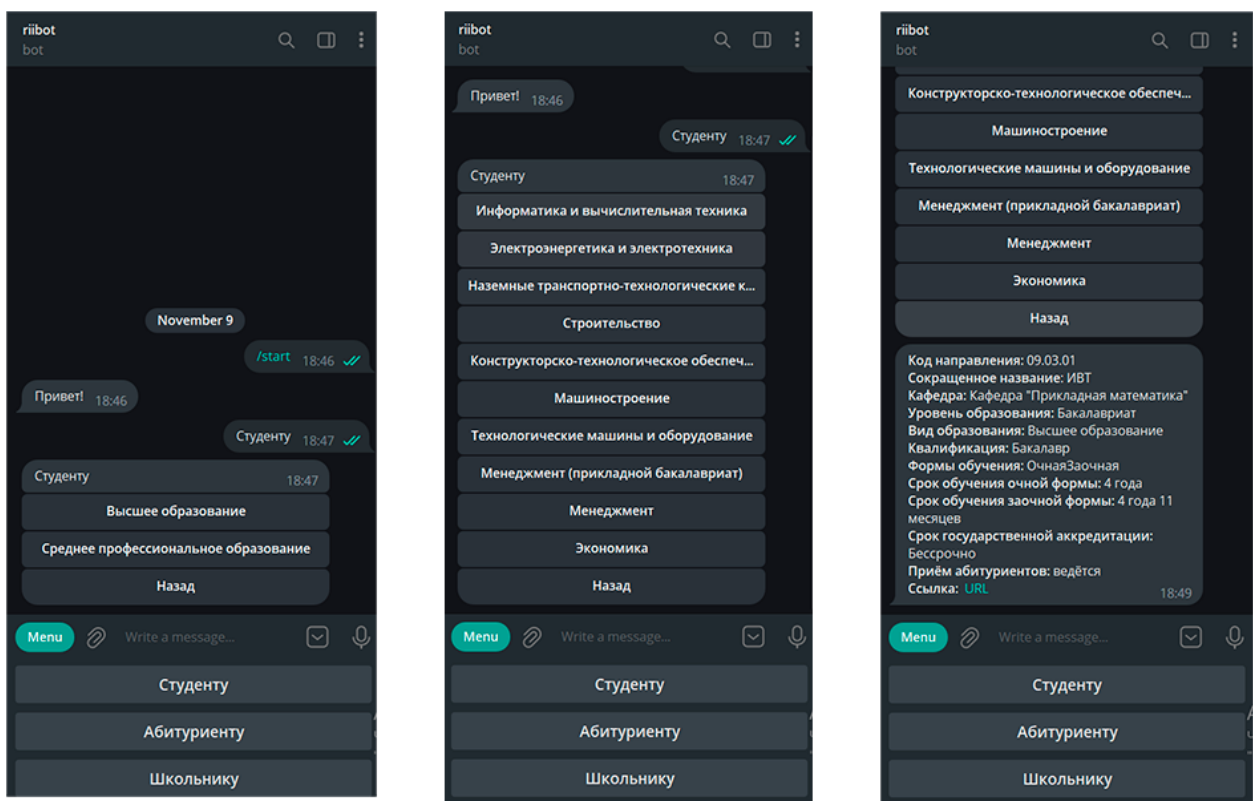


Рис. 3 – Основной функционал Telegram-бота

Бот предназначен для студентов, но он также будет полезен для преподавателей и руководства. Он позволяет пользователям быстрым и удобным способом находить следующую информацию:

- направления подготовки;
- расписание студентов;
- расписание преподавателей;
- образцы документов;
- общежитие;
- приказы;
- новости.

Также бот предоставляет преподавателям и руководству следующий функционал:

- рассылка в группы;
- персональные рассылки;
- проводить опросы;
- менять расписания.

### **Заключение**

Таким образом, в результате работы был создан Telegram-бот, представляющий собой информационную систему для РИИ АлтГТУ. Для реализации проекта были решены следующие задачи:

- изучена информационная структура сайта РИИ;
- спроектирована схема информационной системы;
- изучен Telegram Bot Api для создания ботов;
- спроектирована база данных;
- разработан бот;
- перенесены необходимые данные из сайта в базу данных бота.

В будущем планируется расширить информационную систему на другие платформы, такие как ВК и WhatsApp и добавить новый функционал. Например, автоматизация актуализации информации в базе данных бота.

### **Список литературы**

1. Telegram API. – URL: <https://core.telegram.org/> (дата обращения 03.11.2022). – Текст : электронный.

2. Сайт РИИ АлтГТУ. – URL: <https://www.rubinst.ru/> (дата обращения 03.11.2022). – Текст: электронный.

3. Администрирование MySQL: курс // Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ». М.: «ИНТУИТ», 2007. – 200 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233562> (дата обращения 25.10.2022). – Текст : электронный.

4. Брокшмидт, К. Пользовательский интерфейс приложений для Windows 8, созданных с использованием HTML, CSS и JavaScript: учебный курс // Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ». 2-е изд., исправ. / К.

Брокшмидт. М.: «ИНТУИТ», 2016. – 396 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429247> (дата обращения 25.10.2022). – Текст : электронный.

5. Вагин, Д. В. Современные технологии разработки веб-приложений: учебное пособие : [16+] / Д.В. Вагин, Р.В. Петров. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 52 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573960> (дата обращения 25.10.2022). – Текст : электронный.

6. Создание базы данных PostgreSQL и подключение к ней. – URL: <https://aws.amazon.com/ru/getting-started/hands-on/create-connect-postgresql-db/> (дата обращения 25.10.2022). – Текст : электронный.

7. Express Framework documentation. – URL: <https://expressjs.com/ru/> (дата обращения 25.10.2022). – Текст : электронный.

8. NodeJS platform. – URL: <https://nodejs.org/en/> (дата обращения 25.10.2022). – Текст : электронный.

#### **УДК 004.55**

### **РАЗРАБОТКА САЙТА ДЛЯ ИНКЛЮЗИВНОЙ ШКОЛЫ РОБОТОТЕХНИКИ «НАУКА ДЛЯ ВСЕХ»**

А.И. Раджабов, А.С. Шевченко

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается разработка сайта для Инклюзивной школы робототехники «Наука для ВСЕХ». Описаны объект, предмет, цель и задачи исследования. Представлена сравнительная характеристика технологий создания сайтов. Приведен выбор аппаратного и программного обеспечений.

**Ключевые слова:** web-сайт, школа робототехники, React, NodeJs.

### **WEBSITE DEVELOPMENT FOR THE INCLUSIVE SCHOOL OF ROBOTICS "SCIENCE FOR ALL"**

A.I. Radzhabov, A.S. Shevchenko

*Rubtsovsk industrial institute (branch) of Altai State Technical University  
named after I.I.Polzunova*

**Аннотация.** This article includes the development of a website for the Inclusive School of Robotics "Science for ALL". The object, subject, purpose and objectives of the study are described. Comparative characteristics of site creation technologies are presented. Choice of hardware and software accepted.

**Key words:** website, school of robotics, React, Node.

#### **Введение**

Интернет в настоящее время оказывает существенное влияние на повседневную жизнь человека и имеет большую популярность. Интернет предоставляет пользователю доступ практически к любой информации, а

источником такой информации служит веб-сайт. Веб-сайт представляет собой многоуровневое системное объединение различных сервисов и ресурсов.

В настоящее время практически любая организация имеет веб-сайт, по средствам которого представляют свою деятельность в интернет. В условиях использования современных информационных технологий – это необходимый фактор существования, который позволяет расширить возможности рекламной деятельности и привлечь тем самым дополнительных клиентов.

Сайт является мощнейшим инструментом рекламы и лицом фирмы, компании, организации. Создание собственного сайта – это возможность донести необходимую информацию до потребителя о предоставляемых услугах, уменьшить затраты на полиграфические услуги, телерекламу, радиорекламу и улучшить сервис для уже имеющих клиентов, которые смогут получать информацию о предстоящих мероприятиях или о каких-либо изменениях в работе в любое время.

АРСОО по общественной поддержке и просвещению «Эверест» на средства, выделенные Фондом президентских грантов, реализует проект «Инклюзивная школа робототехники «Наука для ВСЕХ»». Поэтому для реализации проекта необходимо создать веб-сайт, который позволит донести информацию о проводимых мероприятиях в школе до широкого круга лиц, обеспечить обратную связь с посетителями сайта.

Объектом исследования являются данные Инклюзивной школы робототехники «Наука для ВСЕХ».

Предметом исследования является процесс информационного взаимодействия школы со слушателями курсов.

Целью исследования является разработка web-сайта для Инклюзивной школы робототехники «Наука для ВСЕХ».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести обзор и анализ существующих технологий создания сайтов;
- осуществить обоснование проектных решений по видам обеспечения;
- спроектировать БД;
- изучить теоретические основы построения web-сайтов;
- разработать и протестировать web-сайт.

Средства, используемые при создании web-сайта:

- React – реактивный фреймворк для разработки клиентских приложений;
- MySQL – СУБД, характеризующаяся высочайшим уровнем производительности обработки данных [1];
- Node.js – мультиплатформенная среда для разработки серверных приложений [2];
- Express – web-фреймворк, предназначенный для написания RestAPI серверных приложений [3];
- React MUI – библиотека, предоставляющая готовые стилизованные компоненты для построения пользовательских интерфейсов [4];



- Sequelize – ORM (Object Relational Mapping – объектно-реляционное отображение) для работы с такими СУБД как MySQL, Postgres, SQLite и MS SQL [5];

При внедрении веб-сайта будет наблюдаться положительный социальный эффект, а именно информирование наибольшего числа заинтересованных лиц, поиск новых слушателей, формирование положительного имиджа школы.

### **Технологии создания сайтов**

В настоящее время существует множество различных технологий создания сайтов:

1. Технологии для создания разметки (HTML) и внешнего вида страницы (язык стилей CSS).
2. Языки программирования (PHP, JavaScript, Python, Java) и базы данных (MySQL, SQLite, MSSQL, MongoDB).
3. Фреймворки, такие как React, Vue и Angular.
4. Системы управления контентом (англ. Content management system, CMS), такие как WordPress, Joomla, OpenCart, Drupal, 1С-Битрикс.
5. Конструкторы сайтов (WiX, uCoz, uKit, Tilda Publishing и т.д.).

HTML и CSS являются основой любого разрабатываемого сайта. Создание сайтов с использованием языка HTML [6] предполагает написание тегов вручную в простом текстовом редакторе. Главным преимуществом HTML является то, что документы могут быть просмотрены на веб-браузерах и платформах различных типов. Язык HTML позволяет создавать полноценные сайты, но они статичны, без обратной связи с пользователями и с отсутствием интерактивности. Решением данной проблемы послужило создание языка Javascript [7]. Данный язык программирования очень хорошо подходит для создания интернет-магазинов или других сайтов, которые поддерживают обратную связь с пользователем и интерактивность. Также с появлением платформы Node стало возможно писать на Javascript и серверную часть, что сделало порог вхождения в full-stack веб разработку более низкой.

В экосистеме Javascript есть много фреймворков, предназначенных для написания как серверной части, так и клиентской. В настоящее время большой популярностью пользуются React и Express для клиентской и серверной соответственно.

React [8] является одним популярных фреймворков, который поддерживается компанией Facebook и характерен тем, что позволяет быстрым и удобным способом создавать современные и интерактивные веб приложения. Также React используется для создания мобильных приложений, так как является кроссплатформенным. React обладает следующими преимуществами:

- однонаправленная привязка данных с использованием архитектуры Flux;
- иммутабельность состояния компонента. После того, как состояние компонента установлено, оно уже не может быть изменено. Изменения состояния не затрагивают визуализированные компоненты. Вместо этого

подобные изменения приводят к выводу нового представления, обладающего новым состоянием.

В React для написания разметки страниц используется Javascript расширение JSX, позволяющее декларативно создавать компоненты пользовательского интерфейса. JSX [9] обладает следующими заметными возможностями:

- применение простой декларативной разметки;
- код разметки расположен там же, где и код компонента;
- реализация принципа разделения ответственностей (например – отделение описания интерфейса от логики состояния и от побочных эффектов). Причём, реализация, основанная не на использовании различных технологий (например, HTML, CSS, JavaScript); абстрагирование управления изменениями DOM.

На рисунке 1.1 изображен рейтинг веб фреймворков за июнь 2022 года. Рейтинг проведен порталом Habr (Хабр), занимающийся it-блогингом [10].

На рейтинге, приведенный ниже, третье место занимает фреймворк Express [3], который позволяет удобно и быстро разработать RestAPI для серверной части приложения на языке Javascript. Главным преимуществом Express это низкий порог входа.

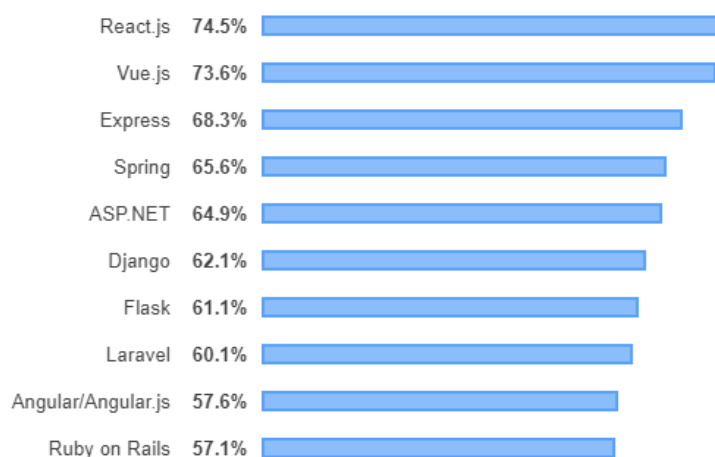


Рис. 1 – Рейтинг веб фреймворков за июнь 2022 года

Также не редко для разработки сайтов используют CMS движки, такие как WordPress [11] и Joomla [12], обладающие следующими преимуществами:

- доступность веб-разработки;
- скорость создания сайтов;
- простота разработки и поддержки;
- дополнительные сервисы;
- SEO-оптимизация;
- мобильность;

Помимо преимуществ CMS также имеют недостатки:

- увеличение времени загрузки сайта;
- неожиданные проблемы по раскрутке сайта;

- ни одна CMS не сможет разметить текст лучше, человека;
- ошибки;
- слабая безопасность.

Так же создавать сайты можно и с помощью различных конструкторов. Они устанавливаются на компьютер или могут находиться на сервере (narod.ru, ucoz.ru). Конструкторы позволяют собирать сайт из готовых блоков, а затем заполняется информацией. Для этого вам не нужно знать языки программирования. Но конструкторы сайтов обладают следующими недостатками:

- абонентская плата;
- ограниченность функционала;
- дизайн;
- скорость загрузки.

По итогу литературно-поискового обзора было решено выбрать для разработки сайта фреймворки React, Express и СУБД MySQL.

### **Выбор программного обеспечения**

Первым этапом в разработке веб-сайта является выбор и установка необходимого программного обеспечения [13].

Обоснование проектных решений основывается на формировании требований к общему и специальному программному обеспечению, на выборе основных требований к компонентам программного обеспечения.

На выбор операционной системы влияют следующие критерии: независимость от аппаратной архитектуры, надежность и удобный интерфейс пользователя, обширное количество утилит и поддержка созданного программного продукта, малая стоимость.

В качестве операционной системы [14], необходимой для создания сайта, выбрана Microsoft Windows 10, так как она является наиболее стабильной и надёжной.

На сегодняшний день существует огромное число сред разработки серверных приложений, такие как NodeJs, ASP.NET, Go и Ruby.

Для разработки серверной части сайта выбрана мультиплатформенная среда NodeJs, обладающая следующими достоинствами:

- оптимальная скорость работы приложений;
- возможность совместного и повторного использования;
- огромное количество бесплатных инструментов;
- кроссплатформенность.

Далее для разработки веб-сайта было решено использовать следующие технологии:

- React – реактивный фреймворк для разработки клиентских приложений;
- Express – web-фреймворк, предназначенный для написания RestAPI серверных приложений;

- React MUI – библиотека, предоставляющая готовые стилизованные компоненты для построения пользовательских интерфейсов;
- Sequelize – ORM (Object Relational Mapping – объектно-реляционное отображение) для работы с такими СУБД как MySQL, Postgres, SQLite и MSSQL.

В качестве СУБД был выбран MySQL.

MySQL [1] – система управления реляционными базами данных, обладающая следующими преимуществами:

1. Открытость исходного кода. Распространение СУБД бесплатно для домашнего применения.
2. Простота использования. MySQL имеет простой и понятный интерфейс, разнообразные плагины и дополнительные приложения.
3. Функциональность. MySQL содержит весь необходимый набор инструментов, для разработки проекта любой сложности.
4. Безопасность. Большинство систем безопасности встроены и работают по умолчанию.
5. Масштабируемость. MySQL применяется как для малых так и для больших проектов.

MySQL в настоящее время одна из самых быстрых СУБД на современном рынке.

### Назначение сайта

Web-сайт «Школа робототехники» предназначен для:

- предоставления полной информации по курсам школы;
- оперативного информирования пользователей сайта;
- поддержки обратной связи;
- осуществления записи на соответствующий курс;
- наличие панели администратора.

После входа на сайт выводится главная страница (рисунок 2), которая содержит меню, состоящее из разделов: «О школе», «Курсы», «Новости», «Статьи», «Контакты».

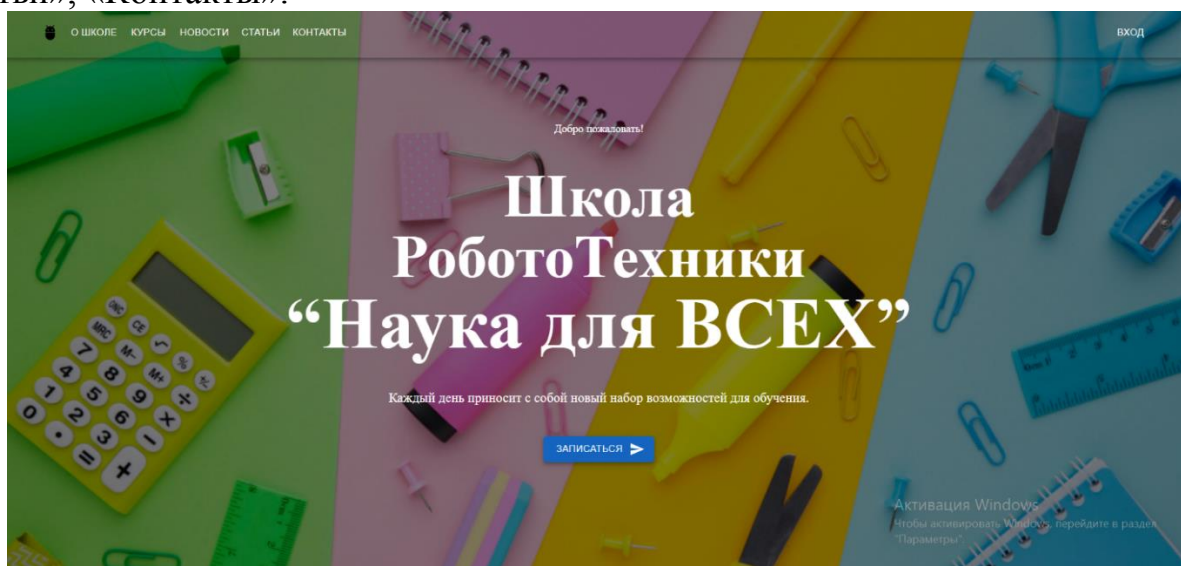


Рис. 2 – Главная страница сайта. Пункты меню

Также на главной странице есть информация «О нас» (рисунок 3), «Наши преимущества» (рисунок 4), «Наши преподаватели» (рисунок 5), «Наши курсы» (рисунок 6).

Чтобы получить подробную информацию о курсе, необходимо нажать кнопку «Подробнее». После этого откроется модальное окно с соответствующей информацией (рисунок 7).

На главной же странице есть обратная связь, т.е. можно записаться на нужный курс. Для этого необходимо выбрать курс, заполнить соответствующие поля и нажать кнопку «Отправить» (рисунок 8). Заявка отправляется на почту администратору (рисунок 9).

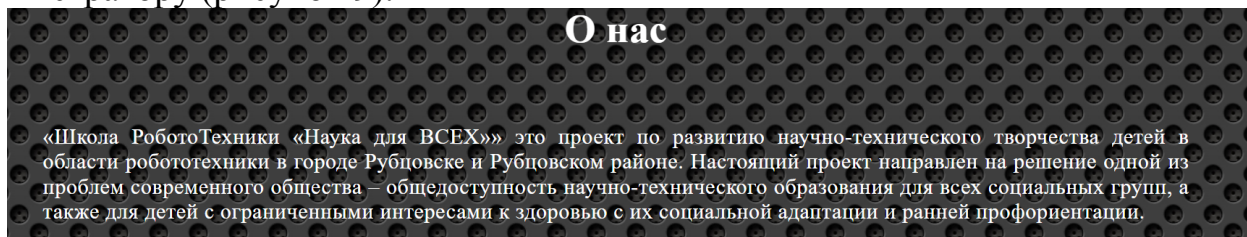


Рис. 3 – Главная страница сайта. «О нас»

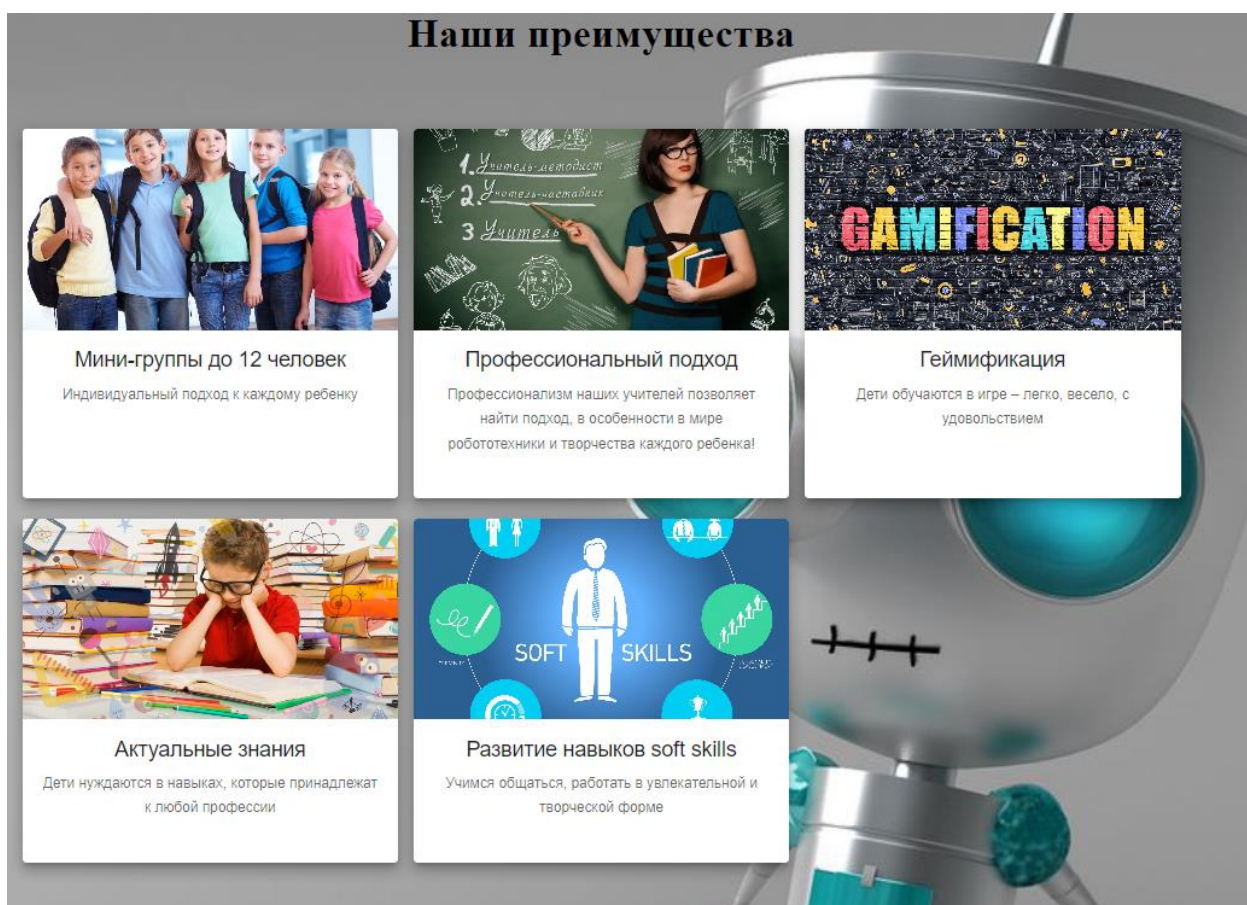


Рис. 4 – Главная страница сайта. «Наши преимущества»

## Наши преподаватели



**Шевченко А. С.**

Кандидат физико-математических наук, доцент



**Камышникова Н. Н.**

Кандидат химических наук, психолог



**Раджабов А. И.**


Преподаватель по робототехнике

Рис. 5 – Главная страница сайта. «Наши преподаватели»





**Каждый ученик необходим!**

На протяжении каждого курса каждый слушатель примет участие в творческих, проективных и соревновательных видах деятельности.

### Наши курсы




**Первороботы Lego Wedo**  
Базовый конструктор из робототехнических решений компании LEGO

 <b>Возраст</b>	 <b>Группа</b>	 <b>Длительность</b>	 <b>Цена</b>
8 лет	До 12 человек	24 занятия	1200

[подробнее](#)





Рис. 6 – Главная страница сайта. «Наши курсы»

## Наши курсы



### Первороботы Lego Wedo

На уроках школьники собирают своих первых роботов из конструктора LEGO WeDo и запрограммируют их с помощью среды программирования, основанной на перетаскивании элементов. Роботу можно придать любой внешний вид (будь то заяц, слон, спорткар или вертолет), можно «научить» его видеть, слышать, обходить преграды, узнавать цвета, реагировать на движение! Модели легко управляются с компьютера. На этих занятиях используется фактически уникальный по своей глубине, комплексности и эффективности метод обучения: ребята получают знания не только в области программирования и робототехники, но и математики, механики, физики, логики, проектирования, конструирования, тренируют моторику, учатся алгоритмически мыслить, работать в команде и выступать перед аудиторией. И все это происходит в игровой форме, в атмосфере дружеского взаимодействия и положительных эмоций! Другое неоспоримое преимущество этого метода в наглядности: школьник имеет возможность наяву наблюдать действие многих законов и без подсказок

			
Возраст	Группа	Длительность	Цена
8 лет	До 12 человек	24 занятия	1200

[ПОДРОБНЕЕ](#)

Активация Wi  
Чтобы активирова  
"Параметры".

Рис. 7 – Подробная информация о курсе

## Записаться на курс

Курс

Email

ФИО

Телефон

[ОТПРАВИТЬ >](#)

Рис. 8 – Обратная связь. Запись на курс

ЗАВКИ

- [Главная](#)
- [Новости](#)
- [Статьи](#)
- [Курсы](#)
- [Преимущества](#)
- [Общие](#)

Заявка на курс Arduino для начинающих  
2022-08-16

От: afrosjn@kmc.fm

[УДАЛИТЬ](#)

Заявка на курс Arduino Master  
2022-08-16

От: dfghbdfv@dfbb.re

[УДАЛИТЬ](#)

Рис. 9 – Результат отправки заявки

Раздел «О школе» содержит основную информацию о школе и ее главных задачах.

Раздел «Курсы» содержит необходимую информацию о курсах (рисунок 6).

В разделе «Новости» отображаются актуальные новости школы (рисунок 10).

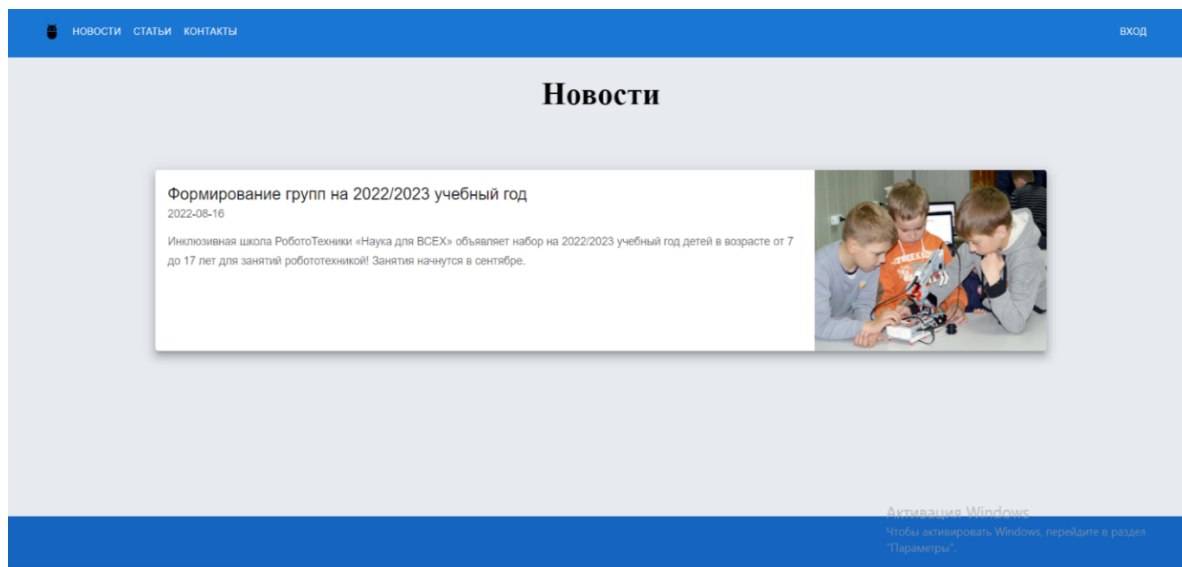


Рис. 10 – Раздел «Новости»

На рисунке 11 представлена страница статей, где отображаются статьи на различные темы, связанные с программой курсов.

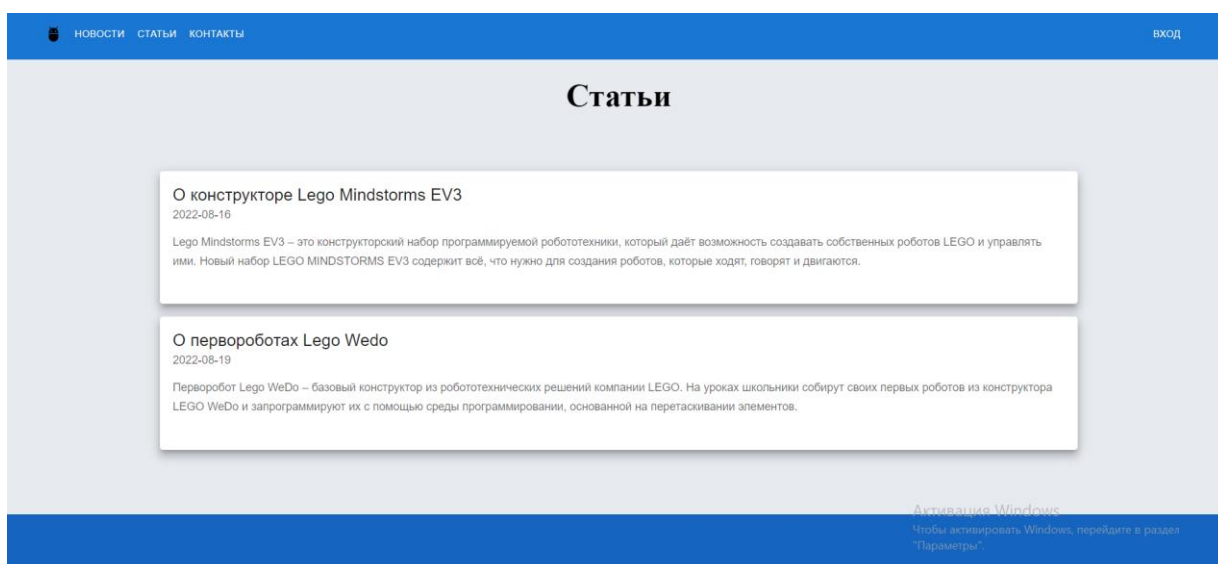


Рис. 11 – Раздел «Статьи»

### Заключение

При внедрении веб-сайта будет наблюдаться положительный социальный эффект:

- информирование наибольшего числа заинтересованных лиц;
- оптимизация рекламной деятельности школы робототехники;



- поиск новых слушателей;
- формирование положительного имиджа школы.

Таким образом, поставленные задачи были выполнены в полном объёме. Разработанный сайт не является закрытым, поэтому в перспективе функционал сайта будет расширен.

### Список литературы

1. Администрирование MySQL: курс // Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ». М.: «ИНТУИТ», 2007. – 200 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233562> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.
2. NodeJS platform. – URL: <https://nodejs.org/en/> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.
3. Express framework documentation. – URL: <https://expressjs.com/ru/> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.
4. React MUI library. – URL: <https://mui.com/material-ui/getting-started/overview/> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.
5. ORM Sequelize documentation. – URL: <https://sequelize.org/> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.
6. Беликова, С.А. Основы HTML и CSS: проектирование и дизайн веб-сайтов: учебное пособие по курсу «Web-разработка»: [16+] / С.А. Беликова, А.Н. Беликов. Ростов-на-Дону; Таганрог: Южный федеральный университет, 2020. – 176 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=598663> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.
7. Крокфорд, Д. JavaScript. Сильные стороны / Д. Крокфорд. М.: Питер, 2013. – 667 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229742> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.
8. Руководство по React. – URL: <https://metanit.com/web/react/> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.
9. Вагин, Д.В. Современные технологии разработки веб-приложений: учебное пособие : [16+] / Д.В. Вагин, Р.В. Петров. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 52 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573960> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.
10. Исследование популярности React за 2022 год. – URL: <https://habr.com/ru/post/661311/> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.
11. Обзор CMS WordPress. – URL: <https://site-builders.ru/cms-wordpress> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.
12. Обзор CMS Joomla. – URL: <https://site-builders.ru/cms-joomla> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.
13. Обзор лучших серверов для создания сайтов и веб-приложений / alpha-byte.ru. – URL: <https://alpha-byte.ru/polezno/soft/web-servera/> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.

14. Windows 10. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Windows\\_10](https://ru.wikipedia.org/wiki/Windows_10) (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.

15. Брокшмидт, К. Пользовательский интерфейс приложений для Windows 8, созданных с использованием HTML, CSS и JavaScript: учебный курс / К. Брокшмидт // Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ». 2-е изд., исправ. М.: «ИНТУИТ», 2016. – 396 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429247> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.

16. Программирование сайта на языке HTML. – URL: [http://knowledge.allbest.ru/programming/3c0a65635a2bd78a4d43a89421216d26\\_0.html](http://knowledge.allbest.ru/programming/3c0a65635a2bd78a4d43a89421216d26_0.html) (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.

17. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. СПб.: ДЕАН, 2003.

18. Титов, В.А. Разработка WEB-сайта средствами языка HTML: учебное пособие / В.А. Титов, Г.И. Пещеров. Москва: Институт мировых цивилизаций, 2018. – 184 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=598475> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.

19. Service Netangels. – URL: <https://www.netangels.ru/> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.

#### **УДК 519.622.1**

### **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ЧИСЛЕННЫМ МЕТОДАМ РЕШЕНИЯ ОДУ**

А.О. Рогозин

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается разработка системы обучения нахождению численного решения задачи Коши одношаговыми и многошаговыми методами, а также краевой задачи. Приложение разрабатывалось на языке программирования C# в среде Microsoft Visual Studio. В работе описаны объект, предмет, цель и задачи исследования. Приложение позволит сократить время на изучение численных методов и подготовку к занятиям.

**Ключевые слова:** дифференциальные уравнения, численные методы, приложение Windows, программирование на C#.

### **DEVELOPMENT OF A TRAINING SYSTEM FOR NUMERICAL METHODS OF SOLVING ODES**

A.O. Rogozin

*Rubtsovsk industrial institute (branch) of Altai State Technical University named after I.I.Polzunova*

**Annotation.** This article discusses the development of a training system for finding a numerical solution to the Cauchy problem by one-step and multi-step methods, as well as a boundary value problem. The application was developed in the C# programming language in the Microsoft Visual Studio environment. The paper describes the object, subject, purpose and objectives of the study. The application will reduce the time for studying numerical methods and preparing for classes.

**Keywords:** differential equations, numerical methods, Windows application, C# programming.

Математическое моделирование задач различных областей науки и техники приводит к дифференциальным уравнениям, обыкновенным или в частных производных. Дифференциальными уравнениями называются уравнения, содержащие одну или несколько производных [2].

Задача Коши – одна из основных задач теории дифференциальных уравнений, которая состоит в нахождении решения (интеграла)  $y = y(x)$

дифференциального уравнения  $\frac{dy}{dx} = f(x, y)$ , удовлетворяющего так называемым начальным условиям (начальным данным)  $y(a) = y_0$  [1-2]:

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx} = f(x, y), & x \in [a, b], \\ y(a) = y_0. \end{cases}$$

Другими словами, требуется получить интегральную кривую  $y = y(x)$ , проходящую через заданную точку  $M(a, y_0)$ .

В отличие от задачи Коши, в которой все необходимые условия задаются в начальной точке, в краевых задачах часть условий задается в начальной точке отрезка, на котором определено дифференциальное уравнение, а другая – в конечной точке:

$$\begin{cases} y'' + p(x)y' + q(x)y = f(x), \\ \alpha_0 y'(0) + \beta_0 y(0) = y_0, \\ \alpha_1 y'(l) + \beta_1 y(l) = y_1. \end{cases}$$

Инженеру часто приходится сталкиваться с ними при разработке новых изделий или технологических процессов из-за того, что большая часть физических законов формулируется именно в таком виде [2].

Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений можно разбить на следующие группы: графические, аналитические, приближенные и численные.

Сейчас, с ростом научного прогресса, лишь очень немногие из этих задач удается решить без помощи вычислительных машин, выполняющих рутинные операции вместо ученого. Именно поэтому численные методы решения дифференциальных уравнений играют важную роль в практике инженерных расчетов. В настоящее время они являются основным инструментом при

исследовании научно-технических задач, описываемых дифференциальными уравнениями [3].

Объектом исследования являются дифференциальные уравнения.

Предметом исследования является обучение нахождению численным методам решения задач Коши и краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения (ОДУ).

Целью исследования является разработка системы обучения численным методам решения ОДУ.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить численные методы решения задачи Коши и краевой задачи для ОДУ;
- обосновать проектные решения;
- разработать систему обучения численным методам решения ОДУ.

Разработанная программа предназначена для:

- ознакомления пользователя с теорией численных методов решения ОДУ;
- предоставление примеров задач на нахождение численного решения задачи Коши одношаговыми методами (метод Эйлера, усовершенствованные методы ломаных (метод хорд, усовершенствованный метод Эйлера-Коши, метод Эйлера-Коши с итерационной обработкой), метод Рунге-Кутты четвертого порядка;
- предоставление примеров задач на нахождение численного решения задачи Коши многошаговыми методами;
- предоставление примеров задач на нахождение численного решения краевой задачи методами конечных разностей и прогонки;
- предоставление инструкции по работе с программой, в том числе, ввода дифференциального уравнения и параметров вычисления.

Задачи разрабатываемой программы:

- интерфейс должен быть простым, удобным и приятным для визуального восприятия пользователя;
- приложение должно быть направлено на снижение временных затрат пользователя.

Для успешного функционирования программы необходимо наличие следующего минимального технического обеспечения: процессор Intel Pentium Xeon Core Duo/Core 2 Duo, AMD Opteron Dual Core/Quad-Core; тактовая частота 1 ГГц и выше (рекомендуется 1,6 ГГц); 1024 МБ оперативной памяти; 400 МБ свободного дискового пространства; монитор с разрешением 1024x768 (и выше) с 32-битными (и больше) цветами, клавиатура, мышь.

При проектировании программы использовались:

- среда разработки Microsoft Visual Studio 2019;
- EPPlus – библиотека для создания файлов Excel с помощью формата Office Open XML;
- NCalc2 – библиотека для вычисления математических выражений;

- OxyPlot – библиотека для построения графиков.
- Pdfium.NET SDK – библиотека классов для просмотра, извлечения текста, навигации и редактирования PDF-файлов.

Microsoft Visual Studio – линейка продуктов компании Microsoft, включающих интегрированную среду разработки программного обеспечения и ряд других инструментальных средств. Данные продукты позволяют разрабатывать как консольные приложения, так и приложения с графическим интерфейсом, в том числе с поддержкой технологии Windows Forms, а также вебсайты, веб-приложения [4-5, 7].

Выбор именно Microsoft Visual Studio 2019 [4,5], заключается в том, что он содержит набор инструментов для создания программного обеспечения: от планирования до разработки пользовательского интерфейса, написания кода, тестирования, отладки, анализа качества кода и производительности, быстрая компиляция, запускается на любой Windows.

В качестве языка программирования для разработки системы был выбран C# [5].

После запуска программы выводится форма авторизации пользователя. Пользователю предоставляется возможность выбрать, под какой ролью – преподавателя или обучающегося, – он хочет войти в приложение. Первая роль дает повышенные возможности, например, добавлять или удалять примеры задач из приложения.

При нажатии кнопки «Преподаватель» отображается текстовое поле для ввода пароля, и кнопка «Войти» для входа в приложение под ролью преподавателя. При нажатии кнопки «Обучающийся» происходит вход в приложение без требования пароля под ролью обучающегося [6].

После успешной авторизации форма закрывается и открывается главная форма приложения, которая представлена на рисунке 1. Она содержит меню, состоящее из пяти пунктов:

- «Задача Коши»;
- «Краевая задача»;
- «Справка»;
- «О программе»;
- «Выход».

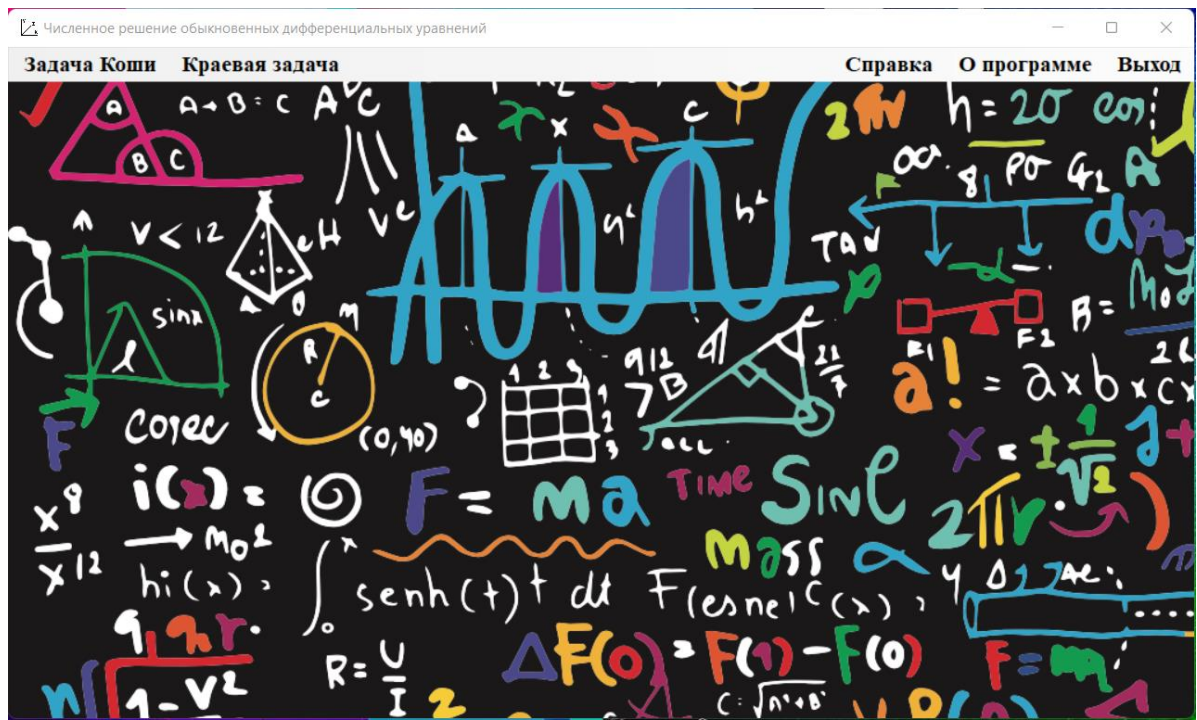


Рис. 1 – Главная форма

При выборе пункта меню «Справка» появляется форма, представленная на рисунке 2. Она предназначена для ознакомления пользователя с теорией численных методов, примерами задач, а также инструкциями по работе с приложением.

Данная форма содержит три вкладки:

- «Теория»;
- «Задания»;
- «Работа с программой».

Вкладка «Теория» содержит теоретическую информацию о численных методах решения обыкновенных дифференциальных уравнений (рисунок 3). После выбора темы в левой части формы в правой части отображается теоретический материал. Впоследствии его можно сохранить на устройстве по нажатию кнопки с дискетой.

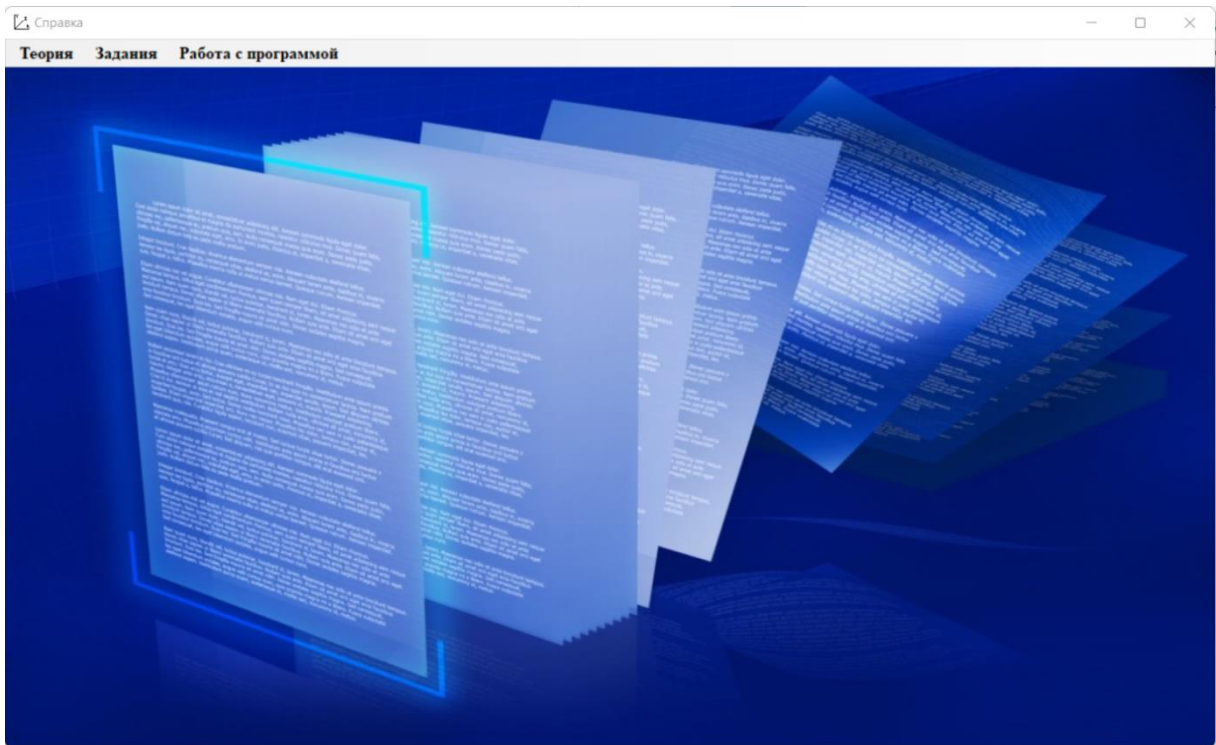


Рис. 2 – Справка

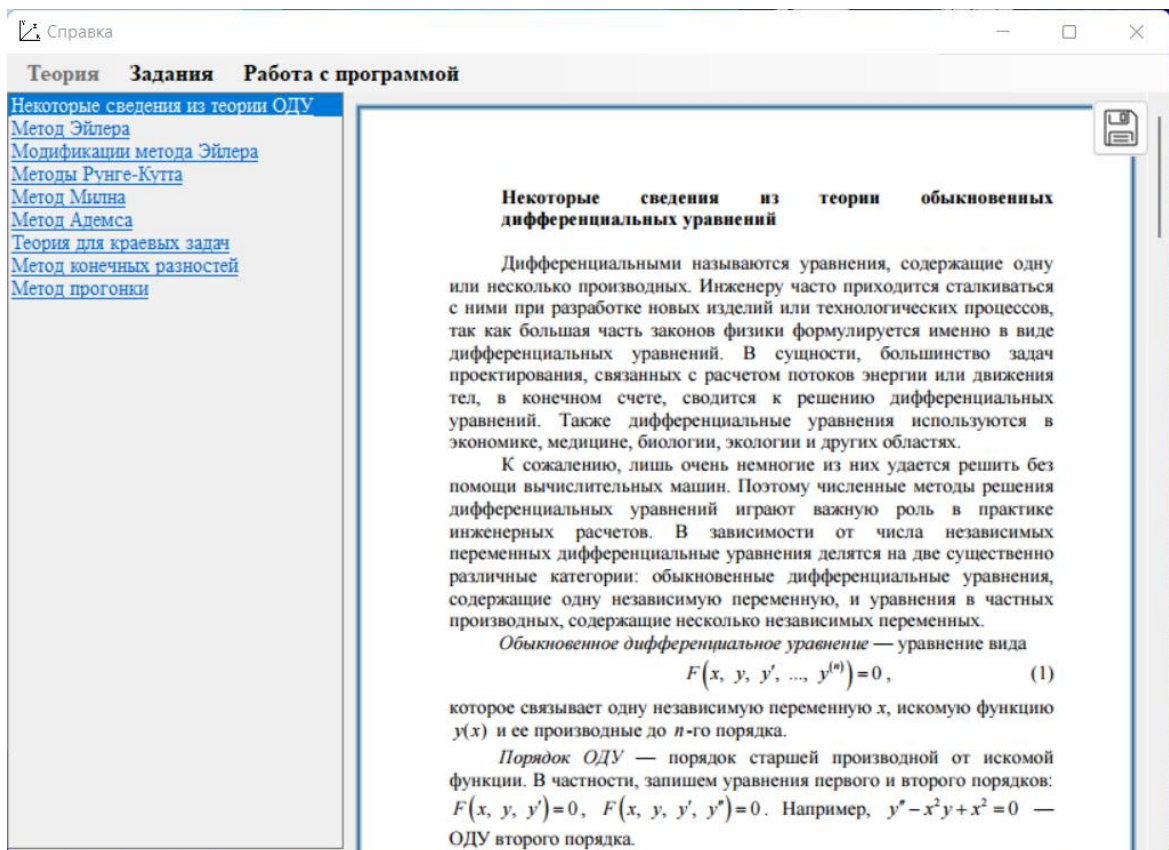


Рис. 3 – Справка. Вкладка «Теория»

Вкладка «Задания» содержит задания для обучающихся (рисунок 4). Задание можно выбрать в левой части формы нажатием на соответствующее название, при этом в правой части формы отображается описание задания.

Пользователь-преподаватель имеет доступ к добавлению и удалению заданий из программы.

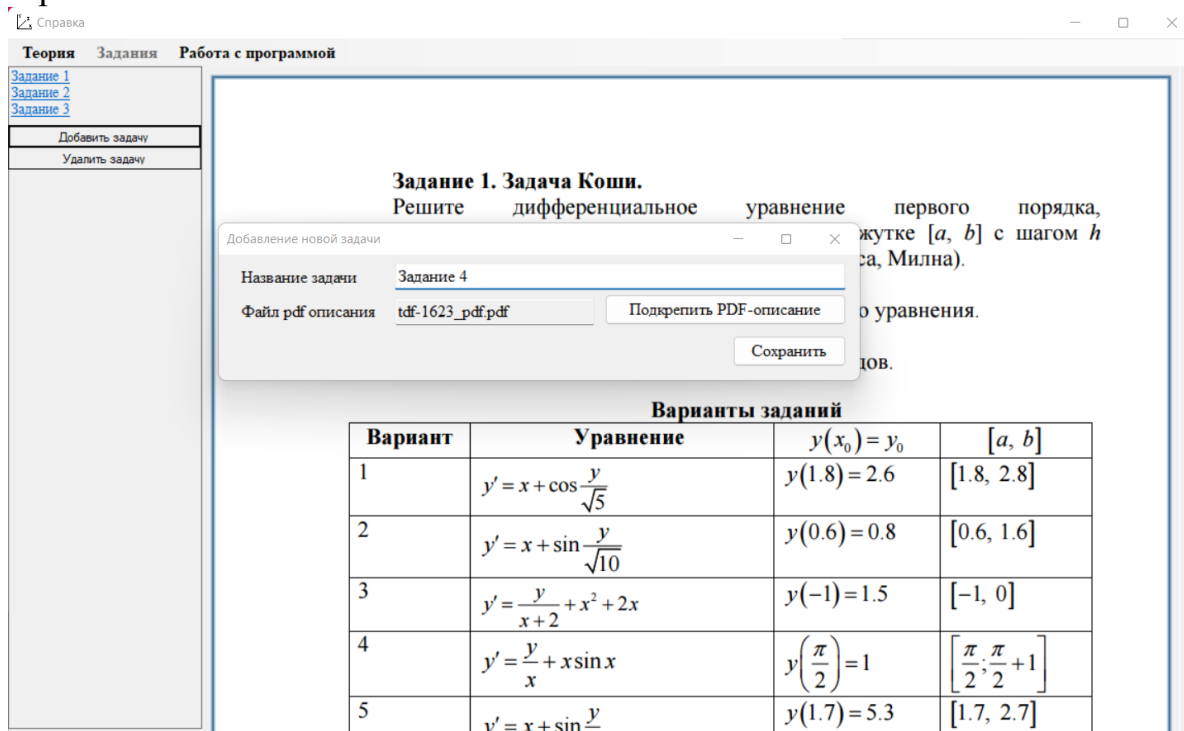


Рис. 4 – Справка. Вкладка «Задания»

Вкладка «Работа с программой» содержит пошаговые инструкции по использованию приложения (рисунок 5). После выбора раздела в правой части формы отображается инструкция, которую можно сохранить на устройстве.

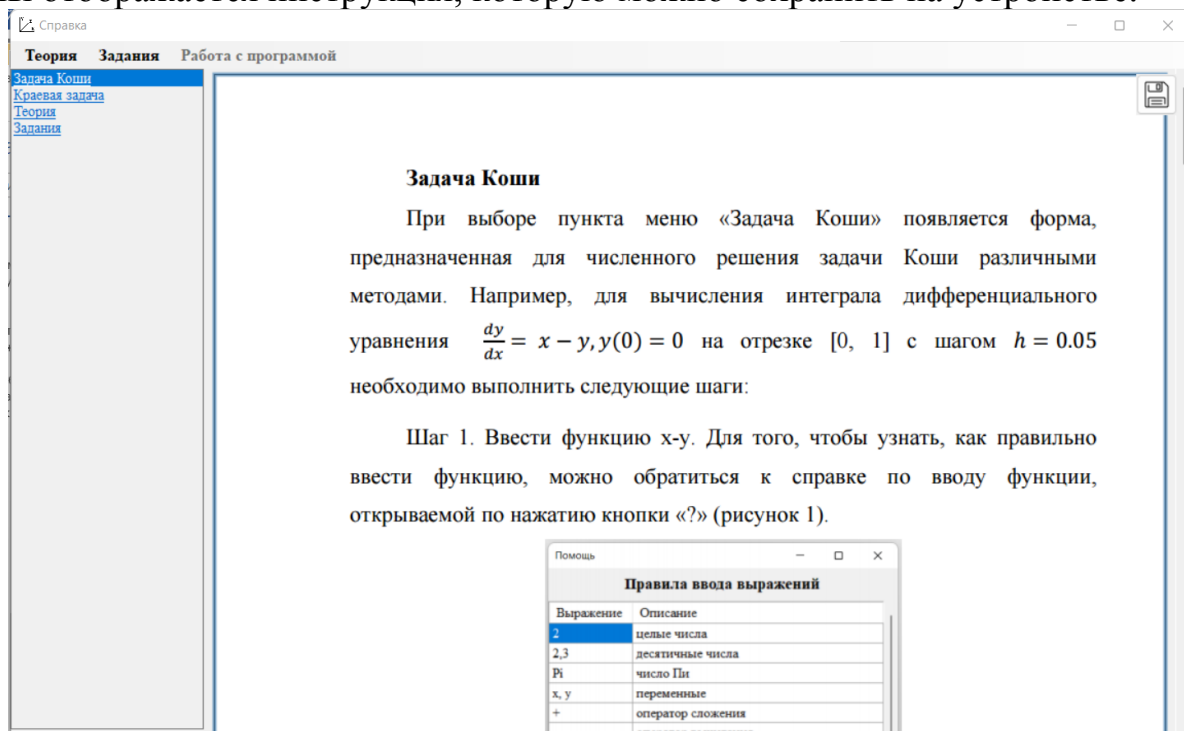


Рис. 5 – Справка. Вкладка «Работа с программой»

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:



- изучены численные методы решения задачи Коши и краевой задачи для ОДУ;
- обоснованы проектные решения;
- разработаны систему обучения численным методам решения ОДУ.

Разработанное приложение, быстро и надежно позволить численно решить любую задачу Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.

Данное приложение может быть использовано студентами и преподавателями в учебном процессе при изучении теории численных методов и дифференциальных уравнений.

### Список литературы

1. Бахвалов, Н.С. Численные методы / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. 9-е изд. Москва: Лаборатория знаний, 2020. – 637 с.
2. Буйначев, С.К. Применение численных методов в математическом моделировании: учебное пособие / С.К. Буйначев; под редакцией Ю.В. Песин. Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. – 72 с.
3. Дьяконов, В.П. Maple 8 в математике, физике и образовании / В.П. Дьяконов. Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2010. – 656 с.
4. Мейер, Б.В. Объектно-ориентированное программирование и программная инженерия / Б.В. Мейер // Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ». 2-е изд., испр. М.: «ИНТУИТ», 2017. – 286 с.
5. Технологии обеспечения безопасности информационных систем : учебное пособие : [16+] / А.Л. Марухленко, Л.О. Марухленко, М.А. Ефремов [и др.]. Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2021. – 210 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=598988> (дата обращения: 19.05.2022). – Текст : электронный.
6. Черткова, Е.А. Программная инженерия. Визуальное моделирование программных систем: учебник для академического бакалавриата / Е.А. Черткова. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2018. – 168 с.

**УДК 004.55**

### СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ С КОНТРОЛЕМ ПО СРОКУ ГОДНОСТИ

И.А. Сидоров, А.И. Раджабов, И.В. Зюков, Л.А. Попова

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается разработки системы «Умный холодильник», в виде система для мониторинга продуктов питания с истекающим сроком годности.

**Ключевые слова:** умный, холодильник, продукты питания, срок годности, Flutter, Dart, NestJS.

### FOOD MONITORING SYSTEM WITH EXPIRY DATE CONTROL

I.A. Sidorov, A.I. Radzhabov, I.V. Zyukov, L.A. Popova

**Annotation.** This article discusses the development of the "Smart Refrigerator" system, in the form of a system for monitoring food products with an expiring shelf life.

**Key words:** smart, refrigerator, food, expiration date, Flutter, Dart, NestJS.

### **Введение**

Существуют так называемые умные холодильники, которые могут отсрочить возникновение проблем, но не все из них решают данную проблему в полной мере. А те, которые могут полноценно решить проблемы с продуктами имеют высокую стоимость, что делает их недоступными для широкой аудитории покупателей. Обычно умные холодильники предоставляют следующий функционал:

- Самодиагностика. Блок управления отвечает за определение текущего состояния основных узлов и систем, что позволяет выявлять проблемы на ранней стадии и своевременно их устранять;
- Автоматический выбор режима энергопотребления. Если прибор долго не открывать, т.е. не всасывается горячий воздух, активируется функция энергосбережения. И опять же – владелец узнает об этом сразу через сообщение на свой телефон;
- Книга рецептов. Сохраняйте свои любимые рецепты в книге через приложение, а затем получайте доступ к ним прямо с дисплея;
- Подключение холодильника к умному дому. Это делается с помощью домашней сети Wi-Fi. В случае отключения система управления сохраняет возможность выполнять все основные функции.

В настоящее время из-за высокого темпа жизни возникают проблемы, связанные с продуктами питания, а именно:

- утилизацией продуктов с истекающим сроком годности;
- пищевое отравление, вызванное невнимательным потреблением продуктов с истекшим сроком годности;

Продукты с истекшим сроком годности могут привести к пищевым токсикоинфекциям.

Целью данной работы является разработка системы для мониторинга продуктов питания.

Задачи:

- изучить существующие решения;
- рассмотреть технологии разработки мобильного приложения;
- спроектировать БД;
- спроектировать серверную часть;
- спроектировать клиентскую часть.

### **Технологии создания мобильных приложений**

Существует много технологий (фреймворки, среды программирования,

библиотеки) созданий мобильных приложений [1]. Например такие языки программирования как Kotlin, Dart, JavaScript, C# очень популярны в разработки мобильных приложений. Все языки предоставляют свои фреймворки для разработки, было решено выбрать фреймворк Flutter на базе языка программирования Dart, т.к. он является кроссплатформенным [2].

Для разработки серверной части был выбран фреймворк NestJS, из экосистемы языка программирования JavaScript. Данный фреймворк предоставляет возможность написать REST API с модульной архитектурой, и гибкой для расширения [3].

Разрабатываемая система имеет клиент-серверную архитектуру (рисунок 1). Преимущества архитектуры:

- предотвращение дублирования кода;
- возможность разработки клиентской части под различные ОС;
- безопасность;
- высокая скорость работы.

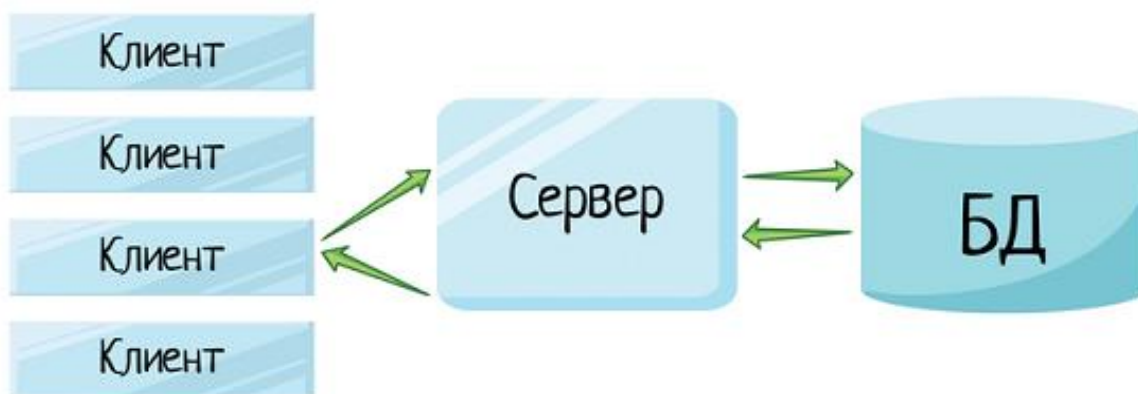


Рис. 1 – Клиент-серверная архитектура

В серверной части описаны следующие модули (рисунок 2):

- история;
- сервис верификации новых данных;
- нейронная сеть;
- база данных;
- бот для уведомлений.

Модуль истории отвечает за хранение архивированных данных, которые необходимы для обучения нейронной сети. Сервис верификации данных содержит алгоритм проверки информации на валидность. Система уведомлений реализована в виде Telegram-бота, который будет отправлять сообщения пользователям.

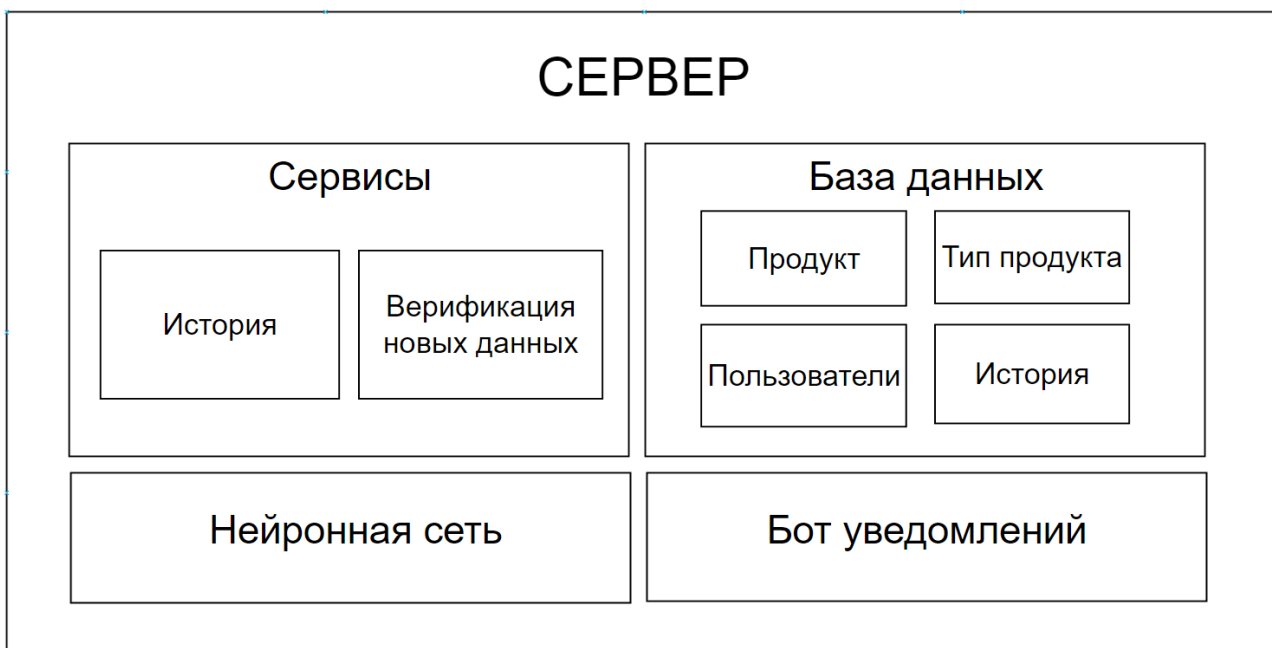


Рис. 2 – Структура серверной части

Клиентская часть подразумевает реализацию в виде кроссплатформенного мобильного приложения (рисунок 3). Она содержит локальное хранилище для оффлайн работы и пакет UI виджетов, предназначенный для графического интерфейса.



Рис. 3 – Структура клиентской части

На рисунке 4 представлено описание рабочего цикла ввода данных в программу. На первом шаге пользователю нужно отсканировать информацию с чека в приложении, далее приложение предоставляет список продуктов в соответствии с данными, полученными с чека. После поочередного подтверждения продукта, данные отправляются в базу данных. Если продукт не подтверждается, выполняется ручной ввод и запускается алгоритм валидации нового продукта. На основе новых данных обучается нейронная сеть, которая

отвечает за распознавание продуктов. После добавления информации в БД, программа вычисляет примерные даты истечения сроков годности и добавляет уведомления в реестр.

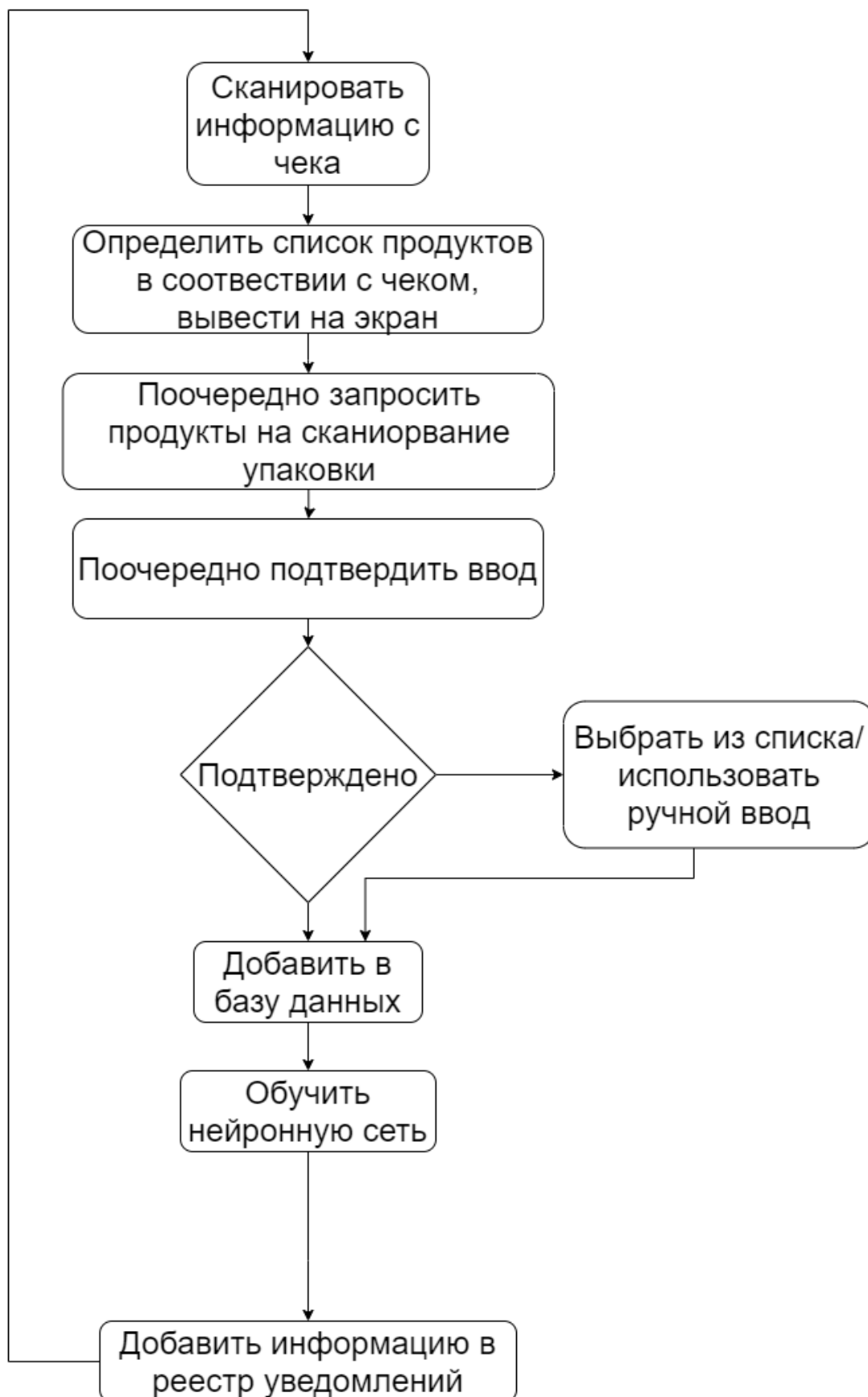
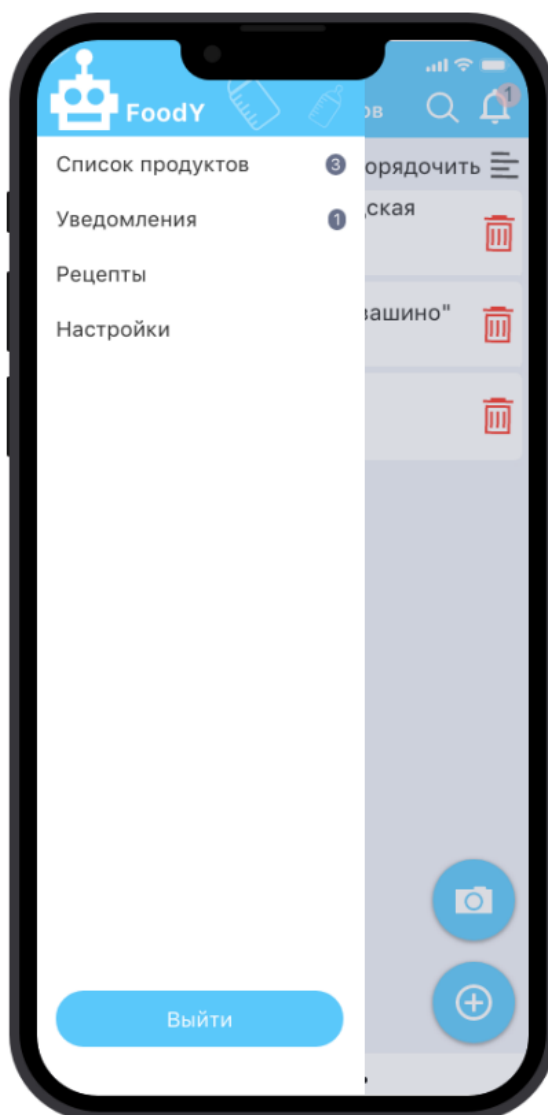


Рис. 4 – Описание рабочего цикла ввода данных (workflow)

На рисунке 5 приведены меню и основная страница приложения (список продуктов). На странице списка продуктов можно мониторить актуальный список продуктов, упорядочивать или удалять. Через меню можно попасть в историю уведомлений или открыть книгу рецептов. В разделе рецептов представлены рецепты на основе продуктов, также есть возможность добавлять свои рецепты. Рецепт предлагается если в наличии есть хотя бы 75% необходимых продуктов.



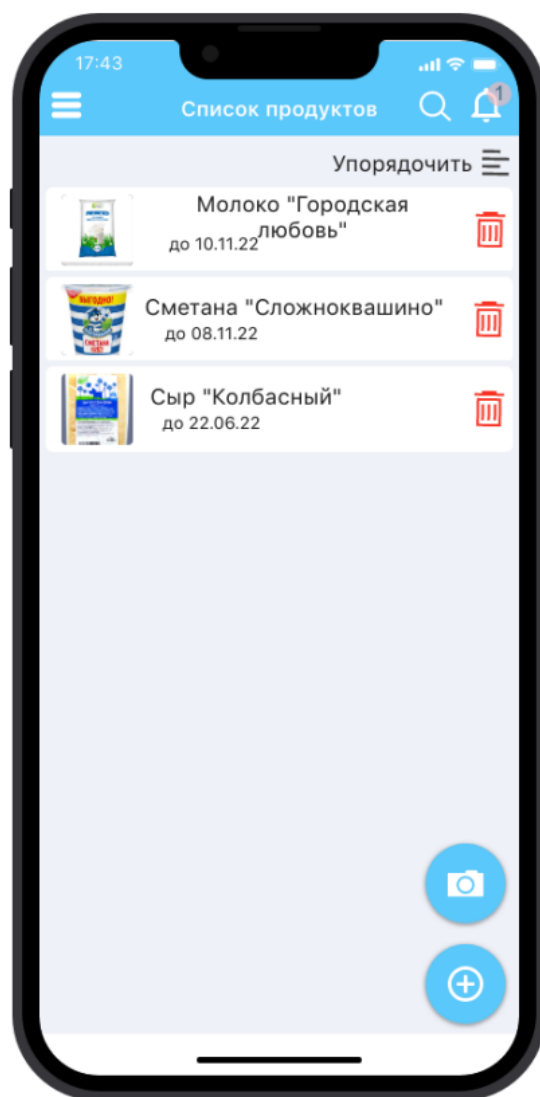


Рис. 5 – Графический интерфейс приложения

Также приложение подключается к камере устройства для сканирования чеков (рисунок 6). Для этого нужно привести камеру на хорошо освещенный чек. Нейронная сеть будет обрабатывать получаемый поток изображения с камеры выделять полезную информацию.

После обработки изображения программа определяет список продуктов, парсит и передает в кэш. Далее идет цикл ввода и подтверждения продуктов.



Рис. 6 – Процесс сканирования чека

### Заключение

Таким образом, в результате работы была разработана система для мониторинга продуктов питания с истекающим сроком годности. Для реализации проекта были решены следующие задачи:

- изучить существующие решения;
- рассмотреть технологии разработки мобильного приложения;
- спроектировать БД;
- спроектировать серверную часть;
- спроектировать клиентскую часть.

В будущем планируется реализовать систему с открытым доступом для общего пользования. А также добавить дополнительный функционал для удобства пользователя и внедрить в систему ГОСТы по нормам хранения продуктов питания.

### Список литературы

1. Аллан, А. Программирование для мобильных устройств на iOS: Профессиональная разработка приложений для iPhone, iPad, and iPod Touch / А. Аллан. СПб.: Изд-тво: Питер, 2013. – 416 с.



2. Flutter documentation. – URL: <https://docs.flutter.dev/get-started/install/> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.

3. Крокфорд, Д. JavaScript. Сильные стороны / Д. Крокфорд. М.: Питер, 2013. – 667 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229742> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.

4. Администрирование MySQL: курс / Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ». Москва: «ИНТУИТ», 2007. – 200 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233562> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.

5. Брокшмидт, К. Пользовательский интерфейс приложений для Windows 8, созданных с использованием HTML, CSS и JavaScript: учебный курс / К. Брокшмидт. // Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ» 2-е изд., исправ. М.: «ИНТУИТ», 2016. – 396 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429247> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.

6. Обзор лучших серверов для создания сайтов и веб-приложений / alpha-byte.ru. – URL: <https://alpha-byte.ru/polezno/soft/web-servera/> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.

7. Express framework documentation. – URL: <https://expressjs.com/ru/> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.

8. NodeJS platform. – URL: <https://nodejs.org/en/> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.

9. ORM Sequelize documentation. – URL: <https://sequelize.org/> (дата обращения 07.11.2022). – Текст : электронный.

10. Дэрси, Л. Разработка приложений для Android-устройств. Т. 1: Базовые принципы / Л. Дэрси, Ш. Кондер. М.: Изд-тво: Лори, 2014. – 402 с.

11. Хэррон, Д. Node.js. Разработка серверных веб-приложений в JavaScript / Д. Хэррон. М.: Изд-тво: ДМК Пресс, 2012. – 144 с.

## **УДК 004.4**

### **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ПОРТФОЛИО УЧАЩИХСЯ»**

А.С. Шевченко, А.А. Беляев

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается разработка информационной системы «Портфолио учащихся», предназначенной для учета и анализа результатов достижений учащихся в образовательных учреждениях. Описаны объект, предмет, цель и задачи исследования. Приведена характеристика готовых программных продуктов и обоснование проектных решений по видам обеспечения. Разработка информационной системы осуществлялась с помощью «1С: Предприятие 8.3». Она позволит сократить время обработки и получение данных, повысить степень достоверности обрабатываемой информации, исключить появление ошибок, а также быстро и своевременно формировать необходимые отчеты.

**Ключевые слова.** Разработка, информационная система, база данных, портфолио учащихся, техническое обеспечение, программное обеспечение, 1С.

## **DEVELOPMENT OF THE INFORMATION SYSTEM «STUDENT PORTFOLIO»**

A. S. Shevchenko, A.A. Beleaev

*Rubtsovsk industrial institute (branch) of Altai State Technical University named after I.I.Polzunova*

**Abstract.** This article discusses the development of the information system «Portfolio of students», designed to record and analyze the results of students' achievements in educational institutions. The object, subject, purpose and objectives of the study are described. The characteristics of finished software products and the substantiation of design decisions by types of support are given. The development of the information system was carried out using «1С: Enterprise 8.3». It will reduce the processing time and data acquisition, increase the reliability of the processed information, eliminate errors, as well as quickly and timely generate the necessary reports.

**Keywords.** Development, information system, database, student portfolio, hardware, software, 1С.

Как известно, портфолио - это подборка, коллекция работ, которые демонстрируют образовательные достижения учащегося. Использование новых форм портфолио связано с применением современных информационных технологий. Поэтому современный ученик должен владеть навыками информационных технологий. Созданное портфолио с помощью различных компьютерных программ, позволит учащемуся наглядно отразить динамику и свои достижения. С 2011 года практически все общеобразовательные учреждения должны формировать портфолио ученика, начиная с начальной школы.

В муниципальном бюджетном общеобразовательном учреждении «Кадетская средняя общеобразовательная школа №2 имени М. С. Батракова» вся информация о достижениях учащихся ведется вручную на бумажных носителях.

Актуальность работы заключается в создании информационной системы «Портфолио учащихся», которая позволит систематизировать все учебные и внеучебные достижения учащегося, оценить индивидуальный прогресс учащегося в той или иной области и определить индивидуальные интересы учащегося.

Объектом исследования является МБОУ «Кадетская СОШ № 2 имени М. С. Батракова».

Предметом исследования является процесс учета и анализа результатов достижений учащихся образовательных учреждений.

Целью исследования является разработка информационной системы учета и анализа результатов достижений учащихся.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить материал по теме исследования;
- выполнить обзор программных продуктов;
- осуществить обоснование проектных решений по видам обеспечения;
- разработать логическую модель БД;
- разработать информационную систему «Портфолио учащихся».

Перед разработкой информационной системы целесообразно рассмотреть варианты внедрения существующих программных решений, которые позволили бы автоматизировать ведение портфолио учащимся в школах.

«Конструктор портфолио ученика (online)» поддерживает многопользовательскую работу и позволяет учащемуся и его родителям создать самим портфолио [1]. Конструктор имеет дружественный и интуитивно понятный интерфейс. Даже учащиеся начальной школы без проблем могут создать свое собственное портфолио.

Основными разделами данного конструктора являются: «Титульный лист», «Мой мир», «Моя учёба», «Моя общественная работа», «Моё творчество», «Мои достижения», «Отзывы и пожелания».

Данный продукт является бесплатным, но есть риски утечки данных. Так как в портфолио будет включен широкий спектр данных об оценках и посещаемости, которыми могут воспользоваться мошенники. Более того, при отсутствии интернета, воспользоваться данным конструктором становится

4portfolio.ru является бесплатным конструктором портфолио [2]. Зарегистрированные пользователи могут создавать свои портфолио, доступные для просмотра, где есть Интернет. С помощью данного конструктора можно создавать различные виды портфолио: портфолио для личных целей, портфолио своих достижений, портфолио отзывов и различных документов. Пользователи могут:

- демонстрировать свои успехи и достижения в наглядной и красочной форме;
- контролировать доступ к различным разделам своего портфолио;
- писать комментарии к страничкам портфолио других пользователей;
- общаться с друзьями и коллегами, вступать в интересные сообщества;
- делиться своими мыслями и идеями.

Основным недостатком является то, что при отсутствии интернета, воспользоваться конструктором будет невозможно.

Другим вариантов создания портфолио является автоматизированная система «Сетевой город. Образование» [3]. В ней обеспечивается разноуровневый доступ к различной школьной информации. Портфолио могут создавать и ученики, и педагоги. По умолчанию создаются четыре раздела: «Портрет», «Достижения», «Коллектор», «Рабочие материалы».

Проанализировав программные продукты, было принято решение о разработке собственной информационной системы, предназначенной для ведения электронного портфолио учащихся в МБОУ «Кадетская СОШ №2 имени М. С. Батракова».

Информационная система «Портфолио учащихся» предназначена для:

- хранения, обработки данных об учащихся образовательного учреждения;
- учета и анализа достижений учащихся;
- формирования рейтингов учащихся за участие в различных мероприятиях;
- формирование отчетов и портфолио учащихся.

На данный момент существует много различных сред разработки, такие как 1С, Microsoft Visual Studio, PyCharm, Visual Basic, Delphi. Они имеют как преимущества, так и недостатки. Но для разработки информационной системы выбрана платформа «1С: Предприятие 8.3», которая позволяет формировать различные функциональные решения [4]. Полученные решения можно использовать в различных сферах деятельности.

На сегодняшний день «1С: Предприятие 8.3» является наиболее известной системой управления в России.

На выбор СУБД [5] влияют различные критерии. Эффективна ли внутренняя модель данных, поддерживается ли она системой, способна ли описывать концептуальную схему. Большинство СУБД осуществляют работу с реляционной моделью. Это MySQL, PostgreSQL, Oracle BD и другие. Они используются в том случае, когда необходимо создавать небольшие изолированные систем с несложной структурой данных, с небольшими объемами данных и несложными запросами.

Для хранения данных в приложении выбрана собственная СУБД 1С. Она разработана фирмой «1С» и является частью платформы.

Логическая модель БД представлена на рисунке 1.

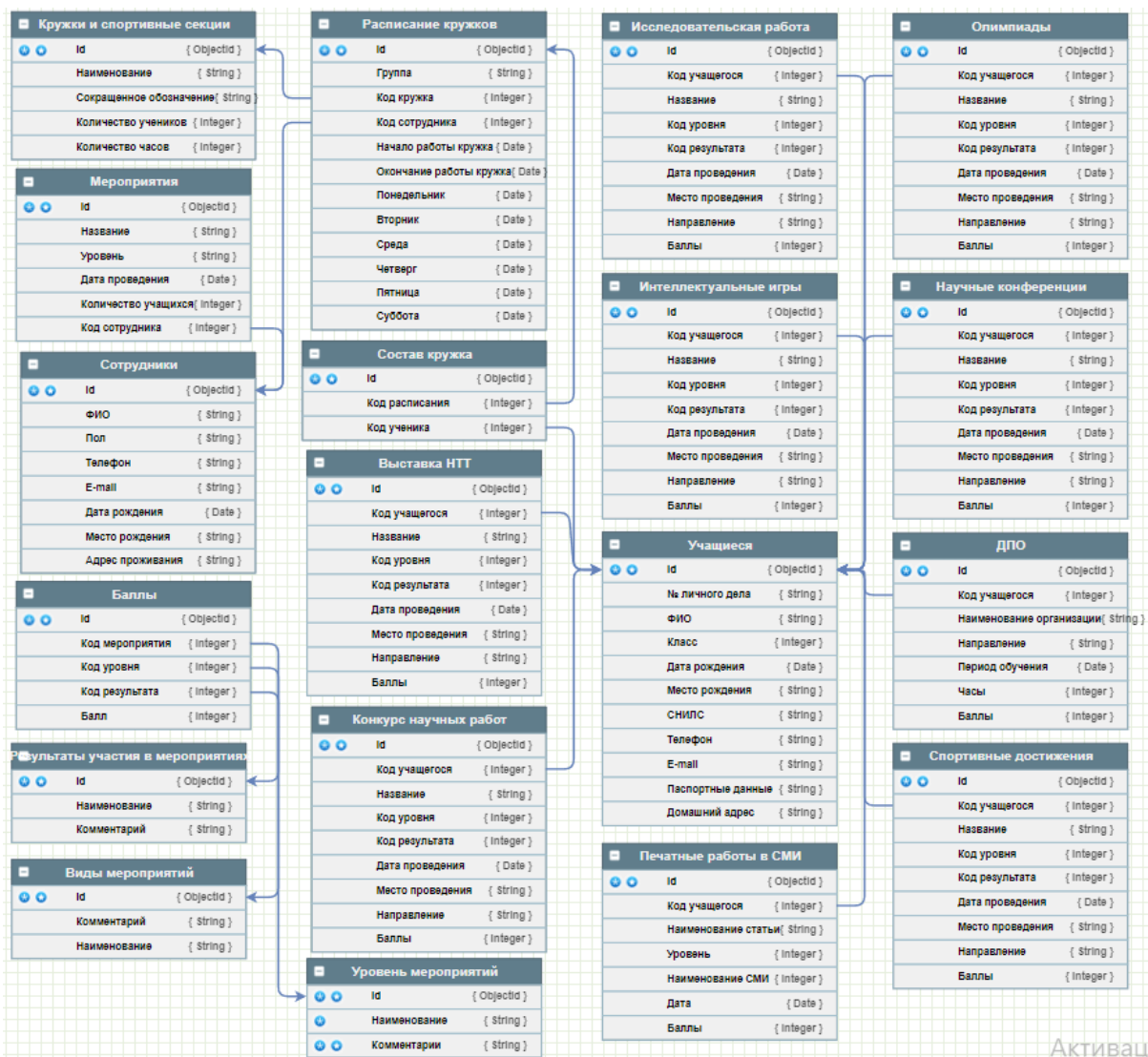


Рис. 1 – Модель БД на логическом уровне

Для входа в систему необходимо авторизоваться, т.е. выбрать пользователя и ввести пароль. В системе предусмотрены роли администратора и учителя со своими правами доступа. После авторизации выводится главная форма программы, которая представлена на рисунке 2.

Главная форма содержит меню, состоящее из четырех пунктов: «Главная», «Основная работа с данными», «Отчеты», «Справочники».

При выборе пункта меню «Справочники», можно получить доступ к следующим справочникам: «Предметы» (рисунок 3), «Сотрудники» (рисунок 4), «Кружки и спортивные секции» (рисунок 5), «Виды мероприятий» (рисунок 6), «Уровень мероприятий», «Результаты мероприятий», «Баллы» (рисунок 7).

Для каждого справочника реализована возможность добавления редактирования и удаления записей.

Пункт меню «Основная работа с данными» содержит такие подпункты: «Учащиеся» (рисунок 8), «Расписание кружков и спортивных секций», «Мероприятия».

Если выбран учащийся, то при двойном щелчке левой кнопки мыши

происходит переход на форму, на которой осуществляется редактирование данных (рисунок 9). Форма, содержащая информацию об учащемся, содержит вкладки: «Олимпиады», «Научные конференции», «Конкурс научных работ», «Выставка научно-технического творчества», «Исследовательская деятельность», «Интеллектуальные игры», «Печатные работы в СМИ», «Спортивные достижения», «ДПО».

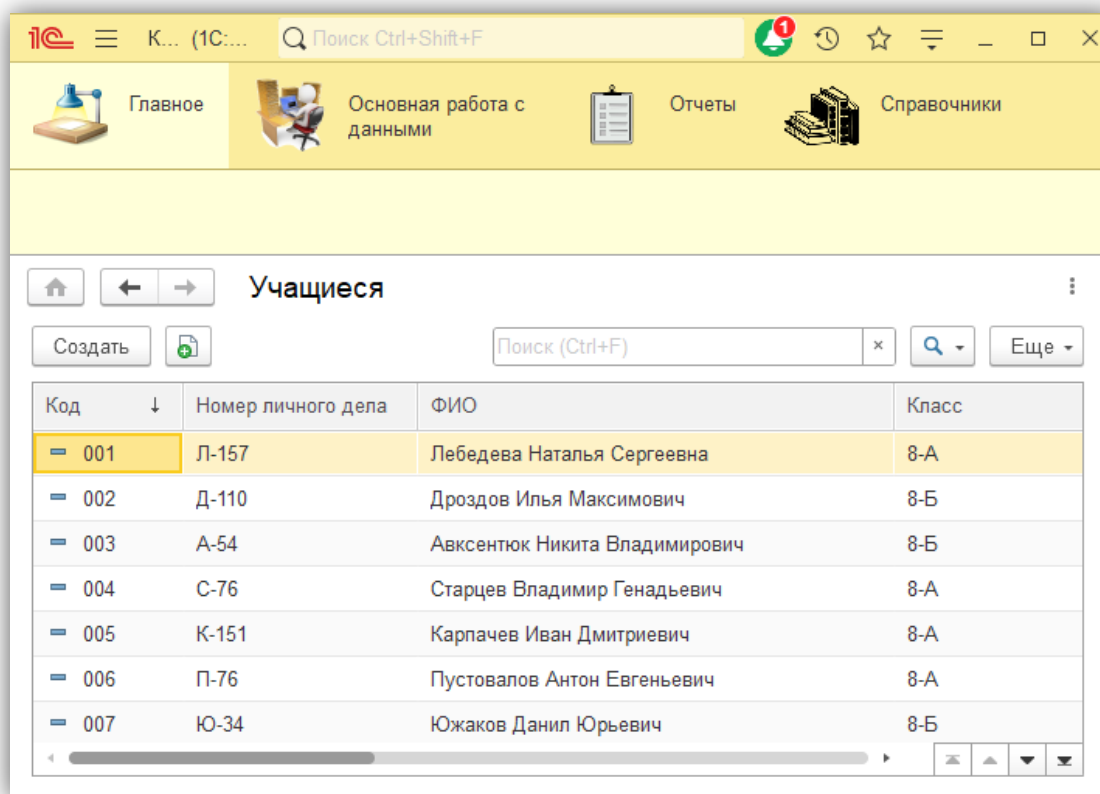


Рис. 2 – Главная форма программы

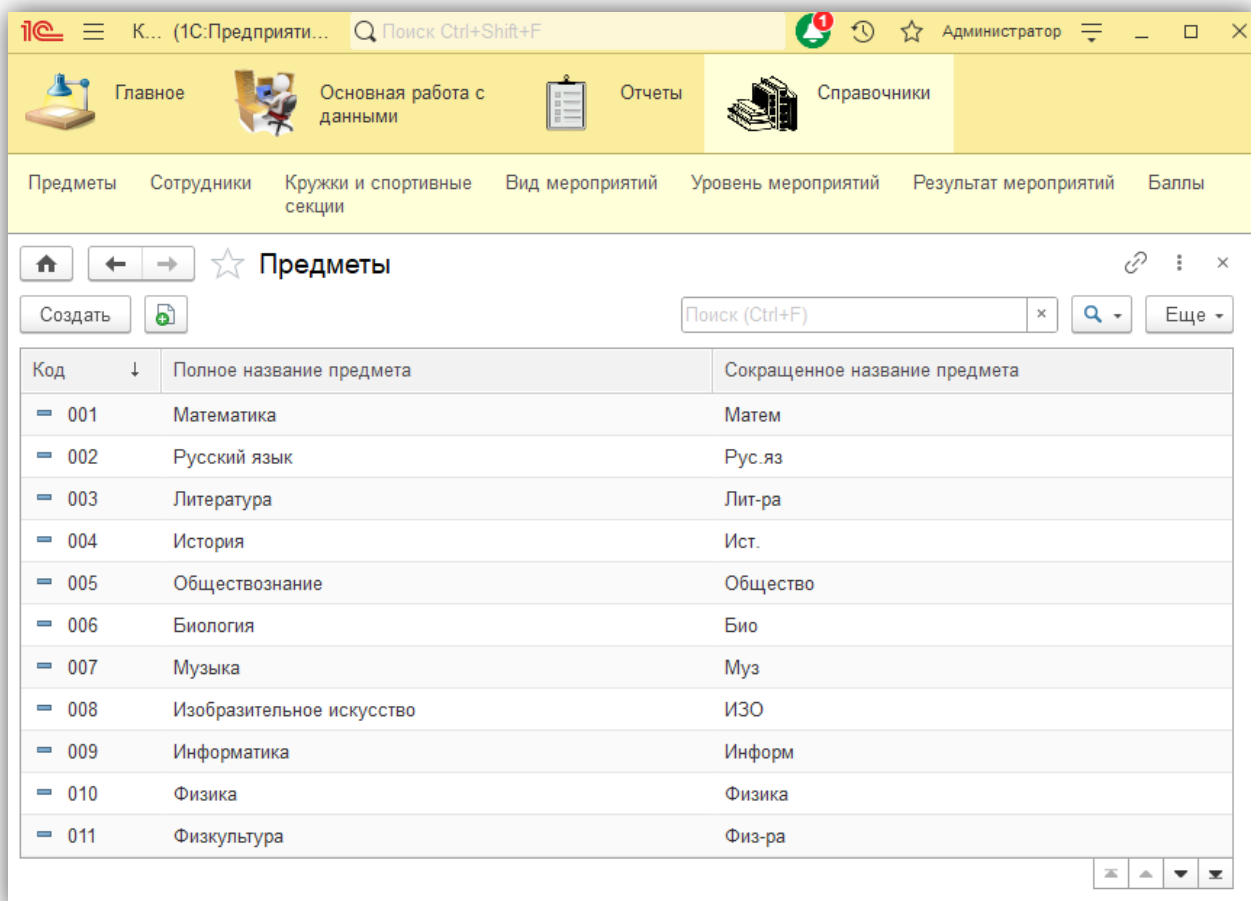


Рис. 3 –Справочник «Предметы»

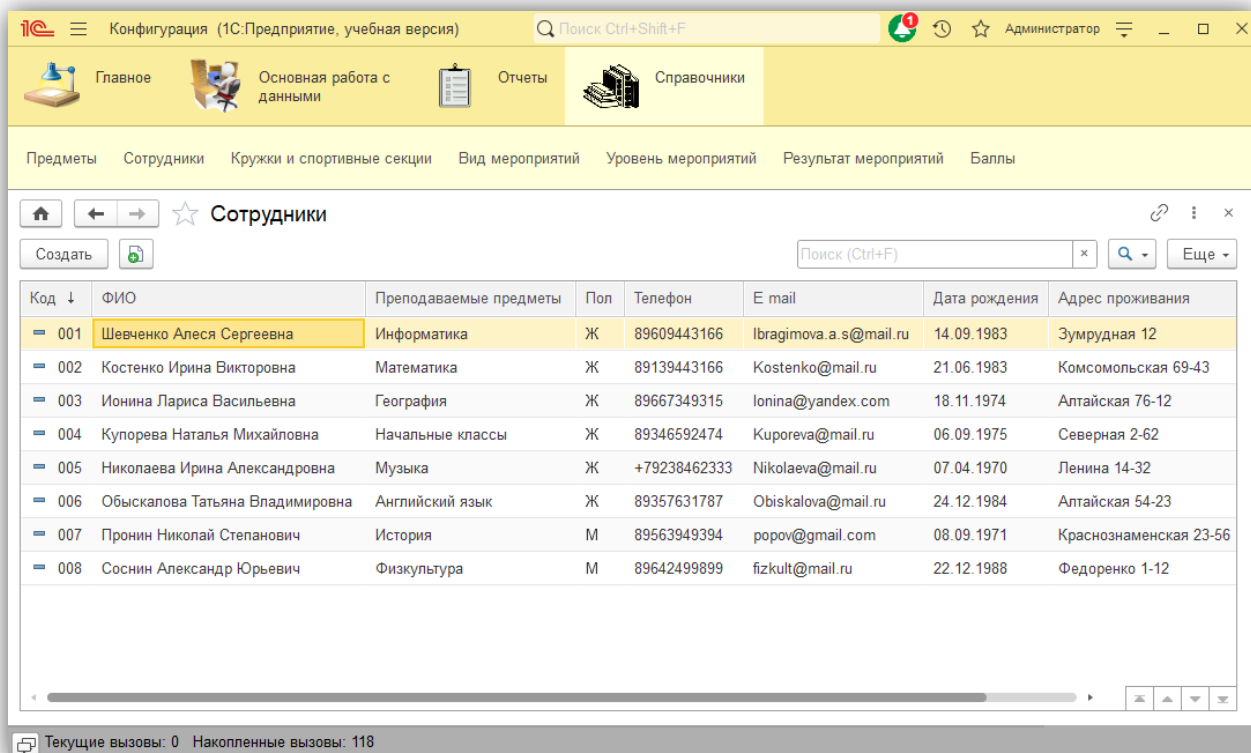


Рис. 4 – Справочник «Сотрудники»

Текущие вызовы: 0 Накопленные вызовы: 1...

Код	Название	Сокращенное обозначение	Максимальное количество учеников	Количество часов
001	Футбол	ФБ	20	100
002	Робототехника	РТ	10	96
003	Баскетбол	ББ	15	23
004	Финансовая грамотность	ФГ	30	32
005	ВПР на 5	ВПР	30	32
006	Умники и умницы	УУ	30	64
007	Волейбол	ВБ	30	35
008	Проектная деятельность	ПД	30	64

Рис. 5 – Справочник «Кружки и спортивные секции»

Текущие вызовы: 0 Накопленные вызовы: 1...

Код	Вид мероприятия	Комментарий
001	Олимпиада	Состязание, требующее от участников демонстрации знаний и навыков в области одн...
002	Научная конференция	Форма организации научной деятельности, при которой исследователи (не обязатель...
003	Конкурс научных работ	Развитие навыков проектной и исследовательской деятельности учащихся, выявлен...
004	Выставка научно-технических работ	Интерактивная площадка для презентации и оценки проектов, ориентированных на на...
005	Исследовательская деятельность	Выполнение учащимися учебных исследовательских задач с заранее неизвестным р...
006	Интеллектуальные игры	Вид игры, основывающийся на применении игроками своего интеллекта и/или эруди...
007	Печатные работы в СМИ	Публикация статей в журналах, в сборниках конференций.
008	Спортивные достижения	Показатель спортивного мастерства и способностей спортсмена, выраженный в конк...

Рис. 6 – Справочник «Виды мероприятий»



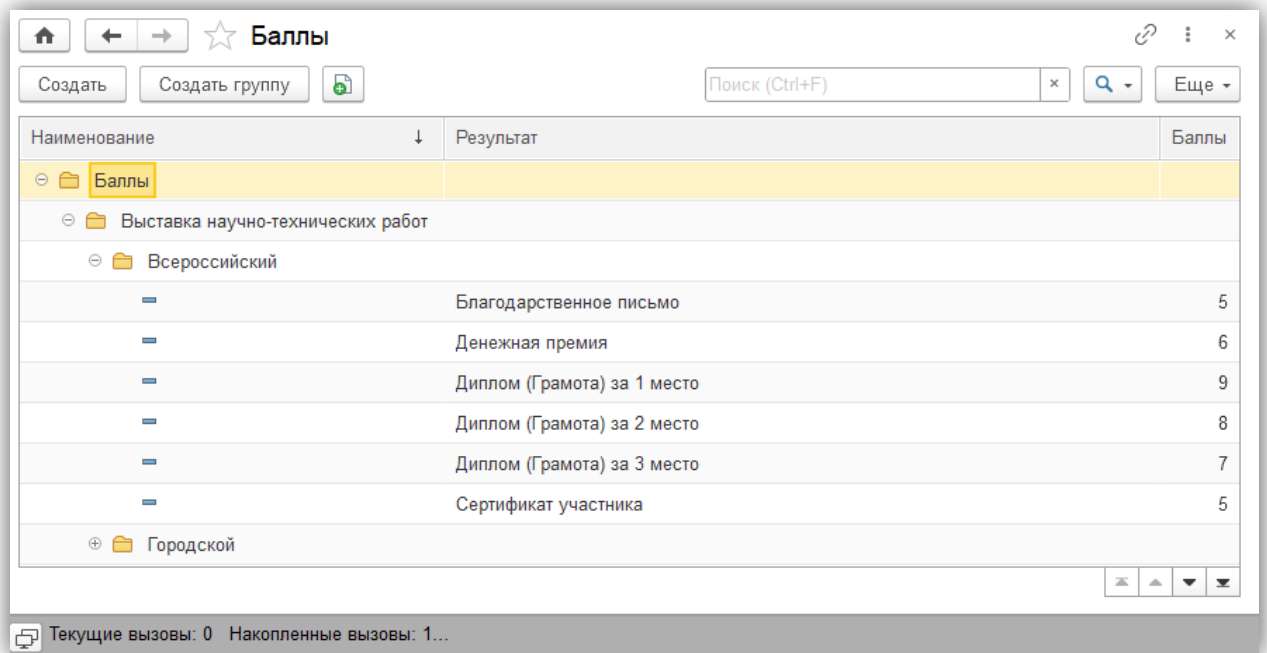


Рис.7– Справочник «Баллы»

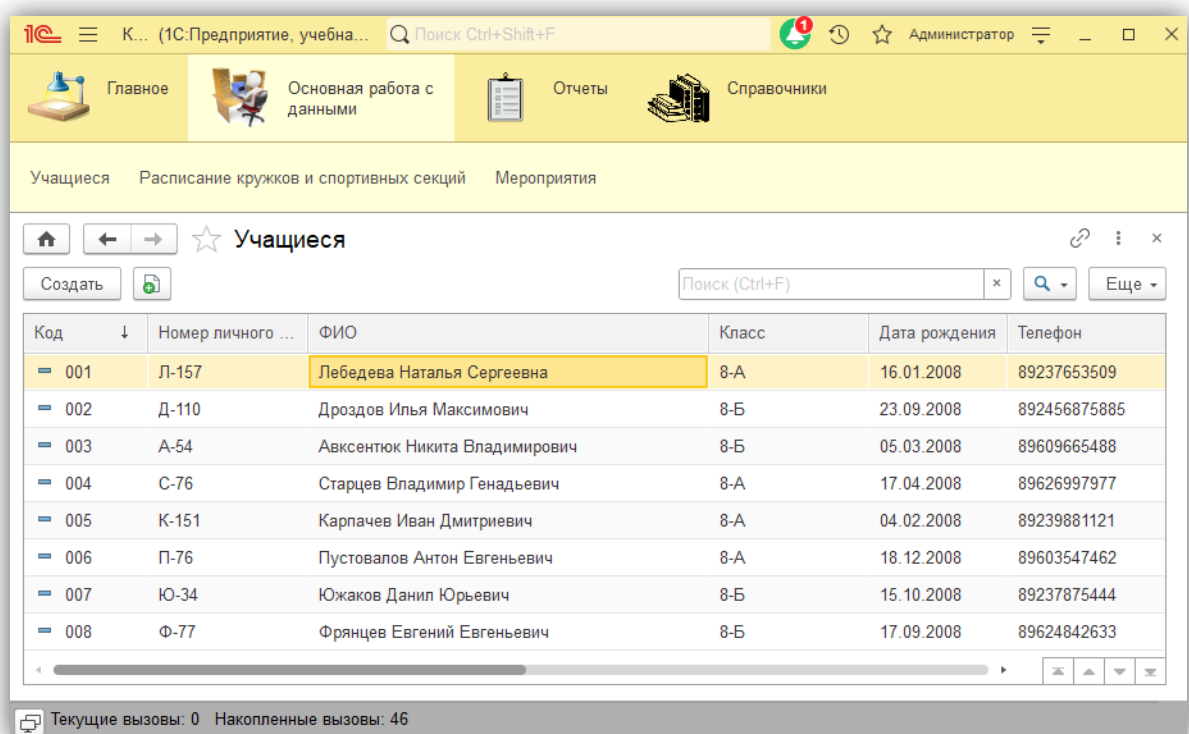


Рис. 8– Форма «Учащиеся»

☆ Лебедева Наталья Сергеевна (Учащиеся)

Записать и закрыть    Записать    Еще ▾

Удалить

Код: 001

**Личная информация**

Номер личного дела: Л-157    Класс: 8-А    Наименование: Лебедева Наталья Сергеевна    Дата рождения: 16.01.2008

Свидетельство о рождении: 1-ВО №737358 выдан отделом ЗАГС по г. Рубцовск от 22 января 2014

Паспортные данные: 0114 658423 УВД г.Рубцовска от 02.02.2021

Домашний адрес: Гражданская 56-34    Место рождения: г.Рубцовск

СНИЛС: 456-678-54 45    Телефон: 89237653509    E mail: Lebedeva81@mail.ru

**Сумарные баллы по**

Олимпиадам :	16	Научным конференциям:	11	Конкурсам научных работ:	19
Выставкам научно-технических творчест.:	6	Исследовательским деятельностям:	9	Интеллектуальным играм :	8
Печатным работам в СМИ:	6	Спортивным достижениям:	3	ДПО:	5

Пересчет баллов

Всего баллов: 83

Олимпиады    Научные конференции    Конкурс научных работ    Выставка НТТ    Исследовательская деятельность    Интеллектуальные игры    Печатные работы    Спортивные достижения    ДПО

Добавить    ↑ ↓    Поиск (Ctrl+F)    x    Еще ▾

N	Название	Дата проведения	Место проведения	Направление	Уровень	Результат участия	Баллы
1	Ломоносова	15.12.2021	г.Москва	Литература	Всероссийский	Сертификат участника	4
2	ВСОШ	01.10.2021	г.Рубцовск	Математика	Школьный	Диплом (Грамота) за 1 место	5
3	ВСОШ	09.12.2021	г.Москва	Математика	Городской	Диплом (Грамота) за 3 место	4
4	ВСОШ	13.01.2022	г.Барнаул	Математика	Региональный	Сертификат участника	3
							Итого 16

Рис. 9 – Форма редактирования информации об учащемся

Подпункт меню «Расписание кружков и спортивных секций» содержит информацию о расписании кружков или спортивных секций (рисунок 10)

Учащиеся    Расписание кружков и спортивных секций    Мероприятия

← → ☆ Расписание кружков и спортивных секций    Поиск (Ctrl+F)    x    Еще ▾

Создать    📄

Номер	Группа	Наименование	Руководитель или тренер	Пон	Вт	Ср	Чт	Пт	Суб
001	ББ-М	Баскетбол	Соснин Александр Юрьевич	15:00:00		15:00:00		15:00:00	
002	ВПр-1	ВПр на 5	Купорева Наталья Михайловна				12:30:00		
003	РТ-МД	Робототехника	Шевченко Алеся Сергеевна		15:00:00				15:00:00
004	ПМ	Программирование	Шевченко Алеся Сергеевна			15:00:00		15:00:00	
005	В	Вокал	Николаева Ирина Александровна	12:30:00		12:30:00			
006	АС	Арт студия	Купорева Наталья Михайловна		12:30:00		12:30:00		

Рис. 10– Форма «Расписание кружков и спортивных секций»

Если выбран нужный кружок или спортивная секция, то при двойном щелчке левой кнопки мыши происходит переход на форму, на которой осуществляется редактирование данных и формирования списка детей, посещающих данный кружок или спортивную секцию (рисунок 11).

Подпункт меню «Мероприятия» содержит информацию о мероприятиях, в которых участвуют учащиеся.

Пункт меню «Отчеты» позволяет пользователю составить отчеты: «Списки учащихся» (рисунок 12), «Список сотрудников», «Отчет по кружкам и спортивным секциям» (рисунок 13), «Рейтинги участия в мероприятиях учащихся» (рисунок 14), «Отчет об участии учащихся в мероприятиях» (рисунок 15), «Портфолио учащегося» и другие.

Внедрение такой ИС улучшит значения показателей качества обработки информации, сократит время обработки и получение данных, повысит степень достоверности обработки информации, исключит появление ошибок, позволит быстро и своевременно формировать необходимые отчеты и портфолио учащихся.

N	ФИОРебёнка	Класс
1	Лебедева Наталья Сергеевна	8-А
2	Дроздов Илья Максимович	8-Б
3	Авксентюк Никита Влфимирович	8-Б
4	Старцев Владимир Генадьевич	8-А
5	Карпачев Иван Дмитриевич	8-А

Рис. 11 – Форма редактирования списка кружков или спортивных секций

Списки учащихся

Сформировать | Выбрать вариант... | Настройки... | Еще ▾

Класс	Номер личного дела	Наименование	Дата рождения	Телефон	E mail	Домашний адрес
<b>8-А</b>						
	Л-157	Лебедева Наталья Сергеевна	16.01.2008	89237653509	Lebedeva81@mail.ru	Гражданская 56-34
	С-76	Старцев Владимир Геннадьевич	17.04.2008	89626997977	starsev@mail.ru	Северная 7-76
	К-151	Карпачев Иван Дмитриевич	04.02.2008	89239881121	Karp3477@mail.ru	Алтайская 1-9
	П-76	Пустовалов Антон Евгеньевич	18.12.2008	89603547462	pustovalov98@mail.ru	Федоренко 23-54
<b>8-Б</b>						
	Д-110	Дроздов Илья Максимович	23.09.2008	892456875885	drozd@mail.ru	Краснова 98-7
	А-54	Авксентюк Никита Владимирович	05.03.2008	89609665488	Nikitka@gmail.com	Ленина 65 - 7
	Ю-34	Южаков Данил Юрьевич	15.10.2008	89237875444	youjalov44@mail.ru	Смоленская 45-23
	Ф-77	Фрянцев Евгений Евгеньевич	17.09.2008	89624842633	Francev566@mail.ru	Изумрудная 26

Рис.12 – Отчет «Списки учащихся»

Отчет по кружкам и спортивным секциям

Сформировать | Выбрать вариант... | Настройки... | Еще ▾

Группа	Наименование	Руководитель или тренер	Пон	Вт	Ср	Чт	Пт	Суб
<b>Расписание кружков.ФИОРебёнка</b>								
ББ-М	Баскетбол	Шевченко Алеся Сергеевна	15:00:00		15:00:00		15:00:00	
	Авксентюк Никита Владимирович							
	Дроздов Илья Максимович							
	Карпачев Иван Дмитриевич							
	Лебедева Наталья Сергеевна							
	Старцев Владимир Геннадьевич							
ВПР-1	ВПР на 5	Купорева Наталья Михайловна				12:30:00		
	Пустовалов Антон Евгеньевич							
	Старцев Владимир Геннадьевич							
РТ-МД	Робототехника	Пронин Николай Степанович		15:00:00				15:00:00
	Дроздов Илья Максимович							
ПМ	Программирование	Шевченко Алеся Сергеевна			15:00:00		15:00:00	
В	Вокал	Николаева Ирина Александровна	12:30:00		12:30:00			
АС	Арт студия	Купорева Наталья Михайловна		12:30:00		12:30:00		

Рис. 13 –Отчет по кружкам и спортивным секциям

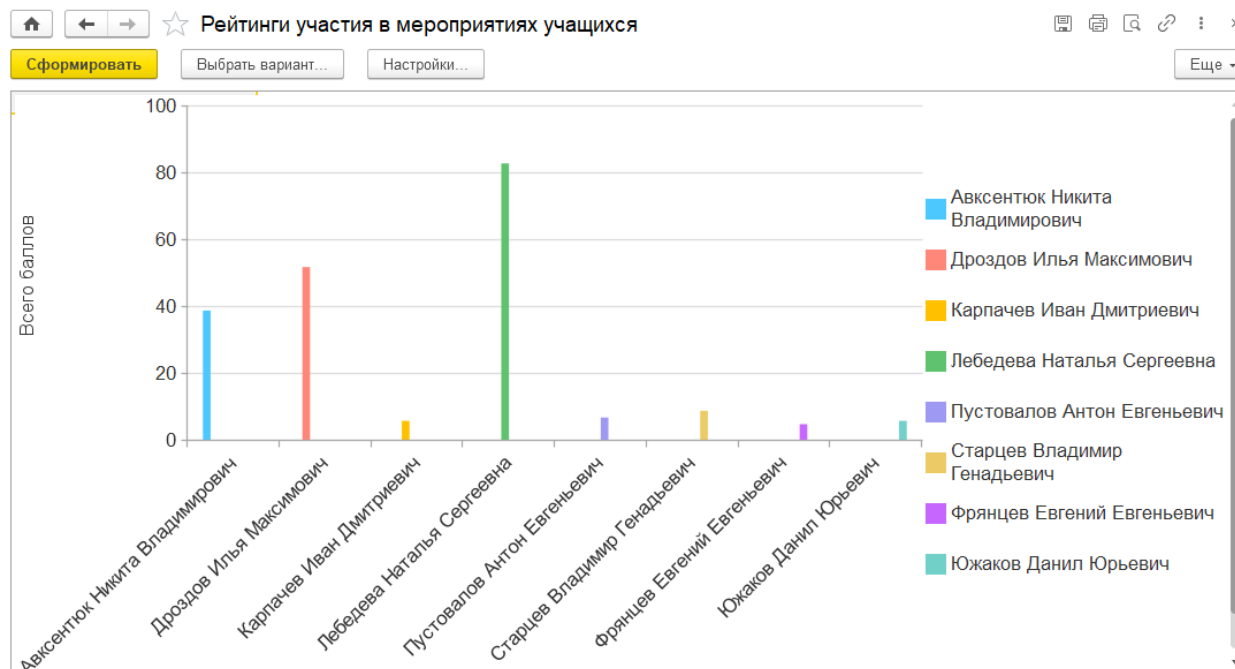


Рис. 14 – Отчет «Рейтинги участия в мероприятиях учащихся»

Отчет об участии учащихся в мероприятиях

Сформировать    Выбрать вариант...    Настройки...    Еще ▾

Ответственный	Название	Уровень	Дата проведения	Количество учащихся
<b>Костенко Ирина Викторовна</b>				<b>50</b>
	ВСОШ по математике	Городской	09.12.2021	7
	ВСОШ по математике	Региональный	13.01.2022	3
	ВСОШ по математике	Школьный	01.10.2021	10
	Конкурс "Новогодняя стенгазета"	Школьный	24.12.2021	30
<b>Купорева Наталья Михайловна</b>				<b>65</b>
	Конкурс "Загадки планеты"	Школьный	22.10.2021	22
	Конкурс "Подарки осени"	Школьный	25.09.2021	43
<b>Обыскалова Татьяна Владимировна</b>				<b>24</b>
	Конкурс чтецов	Городской	03.03.2021	24
<b>Пронин Николай Степанович</b>				<b>20</b>
	Конкурс "Изучаем ПДД"	Школьный	14.10.2021	20
<b>Шевченко Алеся Сергеевна</b>				<b>15</b>
	XXIII Всероссийская с международным участием научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Проблемы социального и научно-технического развития в современном мире» Интеллектуал 2022	Всероссийский	23.04.2021	1
	Интеллектуал 2022	Городской	10.03.2021	14
<b>Итого</b>				<b>174</b>

Рис. 15 – Отчет об участии учащихся в мероприятиях

### Список литературы

1. Конструктор портфолио ученика (online). – URL: <https://offnote.net/portfolio/> (дата обращения: 20.09.2022). – Текст: электронный.
2. 4PORTFOLIO.RU. Социальная сеть и конструктор сайта-портфолио. – URL: <http://www.towave.ru/content/4portfolioru-sotsialnaya-set-i-konstruktor-saita-portfolio.html> (дата обращения: 20.09.2022). – Текст : электронный.
3. Сетевой город. Образование. – URL: [https://netschool.edu22.info/help/index.html?school\\_portfolio\\_personal.htm](https://netschool.edu22.info/help/index.html?school_portfolio_personal.htm). (дата обращения: 20.09.2022). – Текст : электронный.
4. Дадян, Э.Г. Программирование в 1С: Предприятие 8.3 / Э.Г. Дадян. М.: Юрайт, 2017. – 418 с.
5. Гордеев, С. И. Организация баз данных в 2 ч. Часть 1: учебник для вузов / С. И. Гордеев, В. Н. Волошина. Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 310 с.

## СЕКЦИЯ 2. ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

УДК621.922.02

### ОПТИМИЗАЦИЯ ВРЕЗНОГО ШЛИФОВАНИЯ ПОКРЫТИЙ

Н.С. Алексеев, С.В. Иванов

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** В статье приведена математическая модель для расчёта оптимальных элементов режимов резания и характеристики кругов при врезном шлифовании микропористых покрытий. Сформирован комплекс параметров, необходимых для решения задачи оптимизации шлифовальной операции на ЭВМ. Разработана система технических ограничений и установлен критерий оптимальности. Рассмотрены вопросы достижения минимальной себестоимости шлифовальной операции при обеспечении заданных технологических параметров.

**Ключевые слова:** микропористые покрытия, абразивная обработка, шлифовальные круги, режимы резания, оптимизация, критерий оптимальности.

### OPTIMIZATION OF PLUNGE GRINDING OF COATINGS

N.S. Alekseev, S.V. Ivanov

*Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of the federal government budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunov"*

**Abstract.** The article presents a mathematical model for calculating the optimal elements of cutting modes and the characteristics of wheels in plunge grinding of microporous coatings. A set of parameters necessary for solving the problem of optimizing a grinding operation on a computer is formed. A system of technical restrictions has been developed and an optimality criterion has been established. The issues of achieving the minimum cost of a grinding operation while ensuring the specified technological parameters are considered.

**Keywords:** microporous coatings, abrasive processing, grinding wheels, cutting modes, optimization, optimality criterion.

### Введение

Восстановление деталей тракторов, автомобилей, сельскохозяйственной и дорожно-строительной техники имеет большое народно-хозяйственное значение, так как оно является огромным резервом экономии металлов, трудовых затрат, позволяет своевременно провести работы по обслуживанию и ремонту техники, по уменьшению простоев машин [1].

Многолетние исследования, выполненные научными коллективами, накопили значительный опыт по разработке рациональных технологических процессов восстановления изношенных деталей металлопокрытиями.

Наиболее эффективным методом восстановления изношенных деталей, работающих в условиях граничной смазки и при малых величинах износа,

является нанесение микропористых покрытий на никелевой основе (далее просто покрытий) газотермическим напылением (ГТН) [2,3]. К числу наиболее распространенных способов ГТН относятся электродуговая металлизация, газотермическое, детонационное, плазменное напыление и др. Однако широкое внедрение в ремонтное производство этих прогрессивных способов сдерживается из-за сложности последующей механической обработки наращенных слоёв [4,5].

Механическая обработка покрытий осуществляется обычно черновым и чистовым шлифованием, так как припуск на обработку обычно не превышает одного миллиметра. Применение шлифования обеспечивает достижение высокой точности обработки. К преимуществам шлифования покрытий можно также отнести: а) достигаемая низкая шероховатость поверхности; б) использование стандартного серийного оборудования; в) доступность и дешевизна абразивного инструмента (АИ).

В настоящее время покрытия обрабатывают серийными шлифовальными кругами (ШК) тех же самых характеристик и на тех же режимах резания, что и при ремонте стальных и чугунных деталей. При этом известно [4,5], что физико-механические свойства покрытий на никелевой основе и железоуглеродистых сплавов существенно отличаются.

Так, например, серийные ШК формы 1 900×25×305 мм с характеристикой 14AF36P5V, используемые в ООО «ПО «Плазматех» (г. Барнаул) на станках 3A423 для перешлифовки шеек коленчатых валов автотракторных двигателей на ремонтные размеры, показывают вполне приемлемые технико-экономические показатели. Однако указанные круги совершенно непригодны для обработки покрытий, так как характеризуются низкой стойкостью и низкой производительностью из-за повышенного износа и интенсивного засаливания АИ.

В тоже время широкие исследования возможности абразивного шлифования при размерной обработке плазменно-напылённых шеек коленчатых валов, выполненные на кафедре ТиТМиПП Рубцовского индустриального института, показали [6-10], что некоторые марки серийных ШК, например, 24AF90L7V, 24AF60M6V и другие, показали удовлетворительные результаты по основным технико-экономическим показателям шлифования: стойкости и производительности обработки.

В связи с этим изыскание оптимальных технологических факторов, обеспечивающих высокоэффективную обработку при шлифовании покрытий, является актуальной задачей.

Проектирование технологических процессов механической обработки многовариантно: всегда существует несколько альтернативных способов построения технологического маршрута, выбора оборудования и техоснастки, параметров каждой операции. При проектировании операции возможны два подхода.

1. Выбор параметров по нормативам (рекомендациям) [11]. При этом гарантируется удовлетворительное качество и производительность операции.

2. Оптимизация параметров операции, гарантирующая минимум или максимум значения какого-либо критерия.

Бесспорным преимуществом первого подхода является простота и наглядность получения данных по нормативам, необходимых для проектирования шлифовальных операций [11]. Однако в настоящее время нормативы режимов резания для технического нормирования работ на шлифовальных станках при обработке покрытий восстановленных деталей отсутствуют.

При втором подходе необходимость оптимизации и методы её реализации существенно зависят от постановки задачи проектирования и математической модели. Математически задача оптимизации формулируется с помощью критерия эффективности, который определяет цель расчёта и ограничения, представляющих собой систему уравнений или неравенств. Решение, которое удовлетворяет всем ограничениям и обращает в минимум (максимум) выбранный критерий эффективности, называется оптимальным. Уравнение для определения критерия оптимальности как функции, зависящей от параметров операции является функцией цели или целевой функцией.

Проектирование шлифовальных операций предполагает решение двух основных задач: назначение режимов резания и выбор характеристики ШК при которых с минимальной себестоимостью обеспечиваются требования, предъявляемые к точности и качеству шлифованных поверхностей. Поэтому целью наших исследований являлось определение оптимальных элементов режима резания и характеристики ШК при обработке покрытий.

### Материалы и методы исследования

Врезное шлифование является одним из наиболее совершенных и производительных финишных процессов обработки, позволяющих получать поверхности высокого качества. В наших исследованиях оптимизация процесса врезного шлифования покрытия выполнялась в два этапа. На первом этапе проводили эксперименты (испытания ШК), в результате которых устанавливали эмпирические зависимости показателей шлифования от параметров процесса обработки [6-10]. На втором этапе эти зависимости использовали для определения оптимальных величин параметров режимов резания и элементов характеристики ШК.

В качестве целевой функции при врезном шлифовании плазменных покрытий принимаем технологическую себестоимость операции  $C_n$  [12,13]. Параметрами операции в этом случае будут выступать элементы режима резания (скорость резания  $V_p$ , скорость вращения детали  $V_d$ , скорость радиальной подачи  $S_{pad}$ ) и элементы характеристики ШК (размер зернистости  $N_z$ , степень твердости  $N_T$ , оцениваемой глубиной лунки) [14]:

$$C_n = f(V_p, V_d, S_{pad}, N_z, N_T) \quad (1)$$

Критерием оптимальности будет являться минимум целевой функции, т.е. минимальная технологическая себестоимость операции

$$C_n = f(V_p, V_d, S_{pad}, N_z, N_T) \rightarrow \min \quad (2)$$



Для круглого наружного врезного шлифования технологическая себестоимость  $C_n$  вычисляется по формуле [12,13]

$$C_n = T_o [C_1 + (C_1 \cdot T_{np} + C_2 \cdot W_{a.np}) \cdot T^l + C_2 \cdot Q_a + C_3 \cdot N_{\text{Э}}], \quad (3)$$

где  $T_o$  – основное время, затрачиваемое на обработку одной заготовки, мин;

$C_1$  – заработная плата рабочего, руб/мин;  $T_{np}$  – время, затрачиваемое на одну правку круга, мин;  $C_2$  – стоимость единицы объема рабочей части круга, руб/мм<sup>3</sup>;  $W_{a.np}$  – объем снятого при правке слоя абразива, мм<sup>3</sup>;  $T$  – стойкость ШК (время между правками), мин;  $Q_a$  – интенсивность износа ШК в процессе шлифования, мм<sup>3</sup>/мин;  $C_3$  – стоимость 1 кВт/ч электроэнергии, руб/мин;  $N_{\text{Э}}$  – эффективная мощность шлифования, кВт.

**Основное время  $T_o$** , мин, затрачиваемое на обработку одной заготовки (образца) при круглом наружном врезном шлифовании определяется по формуле [15]

$$T_o = \frac{z \cdot k}{S_{rad}}, \quad (4)$$

где  $z$  – припуск на обработку на сторону, мм;  $z=0,12...0,24$  мм;  $k$  – поправочный коэффициент на выхаживание;  $k=1,3$ ;  $S_{rad}$  – скорость радиальной подачи, мм/мин.

**Эффективная мощность шлифования  $N_{\text{Э}}$** , кВт, определяется по формуле [15]

$$N_{\text{Э}} = \frac{P_z \cdot V_p}{102}, \quad (5)$$

где  $P_z$  – тангенциальная составляющая силы резания, Н;  $V_p$  – скорость резания, м/с.

Влияние технологических ограничений на режимы резания и характеристику кругов выражаются в виде неравенств, представляющих зависимость рассматриваемой величины от элементов режима резания  $V_p$ ,  $V_d$ ,  $S_{rad}$  и элементов характеристики кругов  $N_3$  и  $N_T$ . Технические ограничения, которые учитываются при оптимизации режимов резания и элементов характеристики АИ во многом зависят от вида и конкретных условий шлифования. При врезном шлифовании покрытий определяющими являются следующие ограничения [15]:

1) Ограничение по стойкости ШК. Требовалось найти эмпирическую зависимость стойкости  $T$  от элементов режима резания и характеристики АИ в виде функции:  $T = f(V_p, V_d, S_{rad}, N_3, N_T)$ .

2) Ограничение по износу ШК. Требовалось экспериментально определить зависимость интенсивности износа круга  $Q_a$  от элементов режима резания и характеристики инструмента в виде функции:  $Q_a = f(V_p, V_d, S_{rad}, N_3, N_T)$ .

3) Ограничение по удельной производительности. Требовалось определить эмпирическую зависимость удельной производительности  $q$  от элементов режима резания и характеристики ШК в виде функции:  $q = f(V_p, V_d, S_{rad}, N_3, N_T)$ .

4) Ограничения по тангенциальной  $P_z$  и радиальной  $P_y$  составляющим силы

резания. Требовалось экспериментально определить зависимости составляющих силы резания  $P_z$  и  $P_y$  от элементов режима резания и характеристики АИ в виде функций:  $P_z=f(V_p, V_\delta, S_{рад}, N_3, N_T)$  и  $P_y=f(V_p, V_\delta, S_{рад}, N_3, N_T)$ .

5) Ограничение по коэффициенту режущей способности ШК. Требовалось найти эмпирическую зависимость коэффициента режущей способности кругов  $K_p$  от элементов режима резания и характеристики АИ в виде функции:  $K_p=f(V_p, V_\delta, S_{рад}, N_3, N_T)$ .

6) Ограничение по энергозатратам. Требовалось экспериментально определить зависимость удельной мощности шлифования  $N_{y\delta}$  от элементов режима резания и характеристики ШК в виде функции:  $N_{y\delta}=f(V_p, V_\delta, S_{рад}, N_3, N_T)$ .

7) Ограничение по качеству обработанной поверхности. Требовалось найти зависимость параметра шероховатости  $Ra$  от режима резания и элементов характеристики инструмента в виде функции:  $Ra=f(V_p, V_\delta, S_{рад}, N_3, N_T)$ .

8) Ограничения по кинематике круглошлифовальных станков. Каждый станок имеет диапазон значений скоростей резания  $V_p$ , скоростей вращения детали  $V_\delta$  и скоростей радиальной подачи  $S_{рад}$ . Этот диапазон может включать в себя дискретные значения параметров или ряд непрерывных чисел в случае бесступенчатого привода станка.

9) Ограничения по элементам характеристики ШК. Эти ограничения соответствуют стандартам зернистости  $N_3$  и твёрдости  $N_T$  абразивного инструмента и имеют стандартизованные фиксированные значения.

### Результаты экспериментальных исследований и их обсуждение

Методом многофакторного планирования эксперимента [16] для плазменного покрытия на никелевой основе получены [6-10] эмпирические зависимости вышеперечисленных факторов от параметров ШК и режимов резания. Все эмпирические зависимости показателей врезного шлифования от элементов режима резания и характеристики ШК имеют линейную форму записи:

$$\begin{aligned}
 T &= 4,24 - 0,03V_p + 0,01 V_\delta - 8,72 S_{рад} - 0,4 \cdot 10^{-3} N_3 + 0,31 N_T; \\
 Q_a &= -79,5 + 0,78V_p + 495,92 S_{рад} + 0,19 N_3; \\
 q &= 5,82 - 0,03V_p + 0,01 V_\delta - 0,5 \cdot 10^{-2} N_3 + 0,14 N_T; \\
 P_z &= 45,71 - 0,88V_p + 442,55 S_{рад} - 6,12 N_T; \\
 P_y &= 3,44 - 0,75V_\delta + 763,02 S_{рад} - 0,04 N_3; \\
 K_p &= 24,31 - 0,23V_p + 0,18 V_\delta - 67,4 S_{рад} + 2,34 N_T; \\
 N_{y\delta} &= 13,19 + 0,72V_p - 0,15 V_\delta - 0,12 N_3; \\
 Ra &= 0,28 - 0,5 \cdot 10^{-2} V_p + 0,34 S_{рад} + 0,1 \cdot 10^{-3} N_3;
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Решение задачи оптимизации сводится к минимизации целевой функции (1) при ограничениях:

$$\begin{aligned}
 T(V_p, V_\delta, S_{рад}, N_3, N_T) &\geq T_{max} \\
 Q_a(V_p, V_\delta, S_{рад}, N_3, N_T) &\leq Q_{a,max} \\
 q(V_p, V_\delta, S_{рад}, N_3, N_T) &\geq q_{дон}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_z(V_p, V_\partial, S_{pad}, N_3, N_T) &\leq P_{z_{\text{дон}}} \\
P_y(V_p, V_\partial, S_{pad}, N_3, N_T) &\leq P_{y_{\text{дон}}} \\
K_p(V_p, V_\partial, S_{pad}, N_3, N_T) &\geq K_{p_{\text{дон}}} \\
N_{y\partial}(V_p, V_\partial, S_{pad}, N_3, N_T) &\leq N_{y\partial_{\text{дон}}} \\
Ra(V_p, V_\partial, S_{pad}, N_3, N_T) &\leq Ra_{\text{дон}}, \\
V_{p_{\text{min}}} \leq V_p \leq V_{p_{\text{max}}}, V_p &\in M_{V_p} \\
V_{\partial_{\text{min}}} \leq V_\partial \leq V_{\partial_{\text{max}}}, V_\partial &\in M_{V_\partial} \\
S_{pad_{\text{min}}} \leq S_{pad} \leq S_{pad_{\text{max}}}, S_{pad} &\in M_{S_{pad}} \\
N_{3_{\text{min}}} \leq N_3 \leq N_{3_{\text{max}}}, N_3 &\in M_{N_3} \\
N_{T_{\text{min}}} \leq N_T \leq N_{T_{\text{max}}}, N_T &\in M_{N_T},
\end{aligned} \tag{6}$$

где  $T_{\text{дон}}$  - минимально допустимая стойкость ШК, определяемая техническим заданием, мин;  $Q_{a_{\text{max}}}$  - максимально допустимая интенсивность износа ШК,  $\text{мм}^3/\text{мин}$ ;  $q_{\text{дон}}$  - минимально допустимая удельная производительность,  $\text{мм}^3/\text{мм}^3$ ;  $P_{z_{\text{дон}}}$  - максимально допустимая тангенциальная составляющая силы резания, Н;  $P_{y_{\text{дон}}}$  - максимально допустимая радиальная составляющая силы резания, Н;

$K_{p_{\text{дон}}}$  - минимально допустимый коэффициент режущей способности ШК,  $\text{мм}^3/\text{мин}\cdot\text{Н}$ ;  $N_{y\partial_{\text{дон}}}$  - максимально допустимая удельная мощность шлифования,  $\text{Вт}\cdot\text{мин}/\text{мм}^3$ ;  $Ra_{\text{дон}}$  - максимально допустимая высота микронеровностей, определяемая техническим заданием, мкм;  $M_{V_p}$  - множество значений скоростей резания;  $M_{V_\partial}$  - множество значений скоростей вращения детали;

$M_{S_{pad}}$  - множество значений скоростей радиальной подачи;  $M_{N_3}$  - множество стандартизованных номеров зернистости АИ;  $M_{N_T}$  - множество стандартизованных степеней твёрдости АИ.

Поиск оптимального решения задачи осуществлен с помощью системы компьютерной математики Maple [17,18]. В настоящее время она является лидером среди универсальных систем символьных вычислений, пользуется особой популярностью в научной среде и предоставляет возможности для математических исследований любого уровня.

В Maple содержится новый пакет оптимизации Optimization, основанный на новейших существенно улучшенных алгоритмах оптимизации. С его помощью можно решать не только задачи линейного, но и квадратичного и нелинейного программирования с повышенной степенью визуализации.

Для решения задачи в Maple необходимо подключить пакет «Optimization»,

задать параметры, целевую функцию и систему ограничений, найти оптимальное решение задачи с помощью встроенной функции Minimize.

### **Заключение**

1. Рассмотренная методика может использоваться для установления оптимальных параметров процесса врезного шлифования микропористых покрытий на никелевой основе различных восстанавливаемых деталей, например, шеек коленчатых и распределительных валов ДВС, шеек коленчатых валов компрессоров и др.

2. Представленная методика даёт возможность определить наиболее экономичный и одновременно высокопроизводительный режим шлифования микропористых покрытий с достижением высокого качества. Как известно, при традиционном способе параметры шлифования выбираются только исходя из одного ограничения, например, шероховатости поверхности, без учёта других ограничивающих факторов, влияющих на показатели обработки. Этим в значительной степени объясняется существенное расхождение различных рекомендаций по выбору величин элементов режима резания и характеристики ШК при шлифовании микропористых покрытий на никелевой основе.

3. Учёт всей совокупности факторов, влияющих на процесс врезного шлифования покрытий, позволяет получить достоверные данные по параметрам этого процесса с достижением максимальных результатов по производительности и качеству обработки.

### **Список литературы**

1. Иванов, В.П. Технология и оборудование восстановления деталей машин: учебник / В.П. Иванов. – Минск: Техноперспектива, 2007.- 458 с.

2. Черноиванов, В.И. Организация и технология восстановления деталей машин / В.И. Черноиванов, В.П. Лялякин. М.: ГОСНИТИ, 2003.- 488 с.

3. Курчаткин, В.В. Надёжность и ремонт машин: учебник / под ред. В.В. Курчаткина. М.: Колос, 2000.- 776 с.

4. Батищев, А.Н. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники / А.Н. Батищев, И.Г. Голубев, В.П. Лялякин. М.: Информагротех, 1995.- 296 с.

5. Сидоров, А.И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой / А.И. Сидоров. М.: Машиностроение, 1987.-192 с.

6. Алексеев, Н.С. Влияние условий обработки на эффективность шлифования микропористого покрытия / Н.С. Алексеев, А.В. Шашок, В.А. Капорин, С.В. // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2019. №2. С. 89-94.

7. Алексеев, Н.С. Шероховатость поверхности при шлифовании микропористого покрытия / Н.С. Алексеев, А.В. Шашок, В.А. Капорин, С.В. Иванов //Ремонт, восстановление, модернизация. 2019. №9. С. 44-48.

8. Иванов, С.В. Влияние режимов шлифования и характеристик абразивного инструмента на составляющие силы резания микропористого покрытия восстановленной детали / С.В. Иванов, Н.С. Алексеев, В.А. Капорин

// Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. №9 (179). С. 149-156.

9. Алексеев, Н.С. О коэффициенте режущей способности шлифовальных кругов / Н.С. Алексеев, В.А. Капорин, С.В. Иванов // Ползуновский альманах. 2020. №1. С. 38-42.

10. Капорин, В.А. Влияние технологических факторов на режущую способность кругов и энергозатраты при шлифовании микропористого покрытия / В.А. Капорин, Н.С. Алексеев, С.В. Иванов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. №4 (84). С. 132- 137.

11. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Центр. бюро нормативов по труду при НИИ труда Гос. ком. Совета Министров СССР по труду и социал. вопросам. - 3-е изд. Москва: НИИ труда, 1978. С. 105-360.

12. Чаплыгин, Б.А. Формирование комплекса показателей для построения эксплуатационных паспортов шлифовальных кругов / Б.А. Чаплыгин, Д.В. Ардашев // Прогрессивные технологии в машиностроении: Сб. науч. тр. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. С. 69-74.

13. Буторин, Г.И. Паспорт эксплуатационных показателей шлифовального круга / Г.И. Буторин, Д.В. Ардашев // Инструмент и технологии. 2002. № 9-10. С.67-70.

14. Маслов Е.Н. Теория шлифования материалов. М.: Машиностроение, 1974. - 319 с.

15. Резников, А.Н. Абразивная и алмазная обработка материалов: справочник. / Под ред. А.Н. Резникова. М.: Машиностроение, 1977. - 392 с.

16. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Г.В. Маркова, Ю.В. Грановский. М.: Наука, 1976. - 280 с.

17. Шевченко, А.С. Использование математического пакета Maple при решении задач классической оптимизации / А.С. Шевченко // Электронный науч.-техн. журнал «Инженерный вестник». М.: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Н.Э. Баумана», 2016. №1. С.1219-1227.

18. Шевченко, А.С. Использование систем компьютерной алгебры для повышения эффективности образовательного процесса при изучении математических дисциплин / А.С. Шевченко // Сборник трудов всеросс. конф. по математике «Математики – Алтайскому краю. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2017. С. 287-291.

УДК 674.052

## ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОСНАСТКИ ДЛЯ ТОРЦОВОГО ПРЕССОВАНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ ЗАГОТОВОК

Я.Д. Ведерников, О.А. Рублева  
*Вятский государственный университет*

**Аннотация.** Изготовление прямоугольных шипов в торцах заготовок прессованием является перспективным способом получения деталей для сращивания древесины по длине. Внедрение серийной обработки данным способом требует применения специальной технологической оснастки – штампов. Цель исследования – подобрать оптимальные конструктивные параметры такого приспособления, соответствующие всем современным требованиям к штампам. В работе рассмотрены существующие требования к штамповой оснастке. На их основании разработана схема приспособления, максимально удовлетворяющая всем критериям.

**Ключевые слова:** древесина, прессование, штамп.

## JUSTIFICATION OF REQUIREMENTS FOR THE DESIGN OF TOOLING FOR PRESSING OF WOODEN BLANKS IN LONGITUDINAL DIRECTION

Y.D. Vedernikov, O.A. Rubleva  
*Vyatka State University*

**Abstract.** The production of rectangular tenons at the ends of blanks by pressing is a promising way to obtain parts for splicing wood along the length. The introduction of serial processing in this way requires the use of special technological equipment - stamps. The purpose of the study is to select the optimal design parameters of such a device that meet all modern requirements for stamps. The paper considers the existing requirements for die tooling. On their basis, a scheme of adaptation has been developed that meets all the criteria as much as possible.

**Keywords:** wood, pressing, stamp.

**Введение.** В производстве изделий из древесины широко распространено склеивание заготовок по длине. Наиболее часто для этих целей применяют соединение на фрезерованные зубчатые шипы. Альтернативным вариантом является соединение на многократные прямоугольные шипы, изготовленные способом прессования [1]. Данный тип соединений имеет доказанные технологические преимущества, его применение в серийном производстве сращенной по длине древесины обосновано в работе [2]. Для внедрения технологии прессования шипов в серийное производство необходима разработка технологической оснастки с параметрами, обеспечивающими соответствие обработанных заготовок требованиям, предъявляемым к сращиваемым заготовкам.

**Методика исследования.** Технологической оснасткой для получения прямоугольных проушин в торцах деревянных заготовок является штамп. В соответствии с ГОСТ 15830-84 [3], штамп – технологическая оснастка (рис. 1), посредством которой заготовка, пластически деформируясь, приобретает

форму и (или) размеры, соответствующие поверхности или контуру рабочих элементов штампа.

Требования к штампам рассматриваются во многих источниках, например, [4-7], но все они так или иначе основаны на требованиях, предложенных в источнике [4].

Штамповая оснастка должна удовлетворять следующим требованиям [4]:

1) качество и точность обрабатываемых деталей должны соответствовать конструкторскому чертежу и техническим условиям;

2) рабочие части штампа должны обладать достаточной прочностью, эксплуатационной стойкостью и возможностью легкой замены изношенных деталей;

3) штамп должен обеспечивать требуемую производительность, удобство обслуживания, безопасность работы и надежность закрепления его на прессе;

4) конструкция штампа должна быть выполнена с максимальным использованием стандартных и нормализованных деталей, количество специальных деталей должно быть минимальным;

5) отходы при штамповке должны быть минимальными.

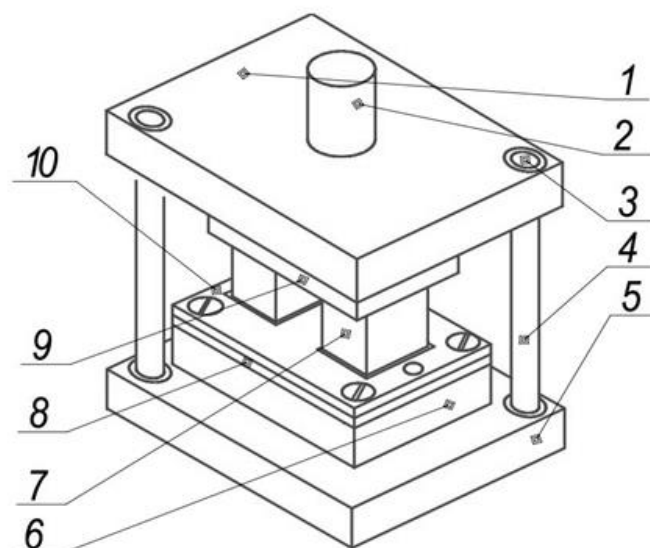


Рис. 1 – Принципиальная схема штампа:

1 – верхняя плита; 2 – хвостовик; 3 – направляющая втулка; 4 – направляющая колонка; 5 – нижняя плита; 6 – матрица; 7 – пуансон; 8 – установочные детали; 9 – пуансонодержатель; 10 – съемник.

ГОСТ 15830-84 [3] предлагает разделять штампы на виды по следующим критериям: универсальности применения, особенностям сборки, технологическому признаку.

По универсальности применения различают штампы специальные, предназначенные для изготовления только одной заданной детали, и штампы универсальные, предназначенные для изготовления различных типов изделий.

По технологическому признаку различают штампы простого,

последовательного, совмещенного и последовательно-совмещенного действия.

Проектируемый нами штамп относится к группам специальных штампов простого действия.

Штамп является сложной конструкцией, состоящей из большого количества деталей. На рис. 2 предложенная в работе [8] классификация деталей штампа. В соответствии с классификацией детали можно разбить на две основные группы (рис 2.): детали технологического назначения и детали конструкторского назначения. Детали технологического назначения участвуют в выполнении технологической операции, непосредственно находясь во взаимодействии с деформируемым материалом заготовки; к ним относятся пуансон, матрица, съемник, прижим. Детали конструктивного назначения необходимы для сборки, крепления элементов штампа, для передачи рабочего усилия на детали технологического назначения; к ним относятся плиты, колонки, держатели матрицы и пуансона, пружины, болты, гайки.



Рис. 2 – Детали штампа

В источнике [6] предлагается классификация деталей штампов по их функциональному назначению. По этому признаку в штампах выделяются следующие группы деталей:

1) основные рабочие элементы (матрицы, пуансоны, пуансоны-матрицы, ножи), т.е. элементы, непосредственно выполняющие данную технологическую операцию;

2) базовые детали (обычно верхняя и нижняя плиты), наиболее массивные детали штампа;

3) детали, обеспечивающие направление перемещения подвижной части штампа относительно неподвижной (направляющие колонки, втулки, хвостовики);

4) детали и элементы, обеспечивающие центрирование и крепление основных рабочих частей (пуансоно- и матрицедержатели);



- 5) детали и узлы, обеспечивающие направление и ориентацию как частей штампа, так и заготовок: шпильки, упоры, трафареты, прижимы боковые;
- 6) детали, обеспечивающие фиксирование заготовки перед штамповкой;
- 7) детали и узлы, обеспечивающие удаление изделия и отходов из рабочей зоны штампа (съемники, выталкиватели, толкатели, сбрасыватели);
- 8) детали и узлы, обеспечивающие создание усилий прижима, съема полосы, выталкивания (пружины, буферные устройства) и др.;
- 9) прочие детали (ограничители, противоотжимы, плитки подкладные).

Укрупненно в штампе можно выделить два узла: блок штампа и пакет штампа [3]. Блок штампа включает в себя верхнюю плиту, нижнюю плиту и направляющие колонки (рис. 1). Пакет штампа включает в себя пуансон, матрицу и детали, закрепляющие их на верхней и нижней плите.

Блоки штампа могут быть с двумя, тремя или четырьмя колонками с различным их расположением (рис. 3).

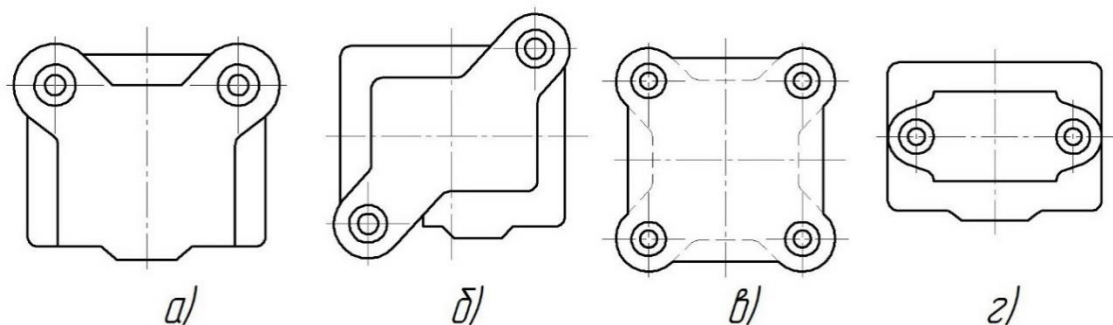


Рис. 3 – Схемы расположения колонок в штамповых блоках

Блоки с задним расположением направляющих колонок (рис. 3а) применяют в случаях, когда требуется свободный доступ в рабочую зону штампа, например, при применении промышленного робота для загрузки заготовок.

Лучшее совмещение рабочих элементов обеспечивают блоки с диагональным (рис. 3б) и осевым расположением колонок (рис. 3г). Блоки с четырьмя направляющими колонками (рис. 3в) применяют при штамповке крупных деталей.

Направляющие колонки работают на изгиб и на истирание, поэтому они должны иметь твердую поверхность и относительно вязкую сердцевину. По этой причине направляющие колонки изготавливают обычно из малоуглеродистой стали 20 с цементированием поверхности на глубину 0,8-1,2 мм и последующий термообработкой (закалкой) на твердость HRC 59...63 [6, 8]. Размеры направляющих колонок регламентированы ГОСТ 13119-81 [9]. В качестве материала для плит блоков используется чугунное или стальное литье.

Основной деталью пакета штампа является пуансон – деталь, предназначенная для непосредственного деформирования заготовки. По своему

профилю пуансон соответствует профилю детали. Пуансон изготавливается из термоупрочняемых, высокопрочных, легированных инструментальных сталей, например, 40Х, Х12Ф1, У8А, У10А [8]. Мелкие некруглые пуансоны изготавливаются с постоянным по всей длине сечением, после закалки посадочная часть отпускается на твердость HRC 38...42 [6].

**Обсуждение результатов.** Представленный выше анализ и изучение источников [4-8] показали, что наиболее существенными требованиями, предъявляемыми к характеристикам прессовой оснастки, являются:

- 1) обеспечение точности изготовления и качества обработки деталей;
- 2) прочность и эксплуатационная стойкость рабочих частей штампа;
- 3) обеспечение требуемой производительности;
- 4) удобство обслуживания штампа;
- 5) безопасность работы и надежность закрепления штампа на прессе.

Данные требования обеспечиваются:

- 1) изготовлением матрицы и пуансона с необходимыми размерами и допустимой точностью;
- 2) подбором материала деталей штампа и их качественной термообработкой;
- 3) выбором оптимальной схемы технологической оснастки и технологического оборудования;
- 4) выбором схемы штампового блока и конструкции пакета штампа;
- 5) соответствием конструкции штампа системам стандартов безопасности труда (например, ГОСТ 12.2.109-89).

На основе приведенного выше анализа конструкций штампов и штамповых узлов, а также предъявляемых к ним требований предлагается конструкция штампа, предназначенного для получения прямоугольных шипов в торцах деревянных заготовок (рис. 4).

В основу данной схемы положен блок с осевым расположением колонок. Матрица 1 позиционирует и обжимает заготовку 2, а также служит направляющим элементом для пуансона 3. Съёмник 4 позволяет разделить пуансон и готовую деталь, не повреждая её. Данная схема соответствует рассмотренным выше требованиям, предъявляемым к штамповой оснастке: удобство обслуживания штампа, обеспечиваемое осевым расположением колонок; достаточная производительность, обеспечиваемая конструкцией пакета штампа и штампового блока и др.

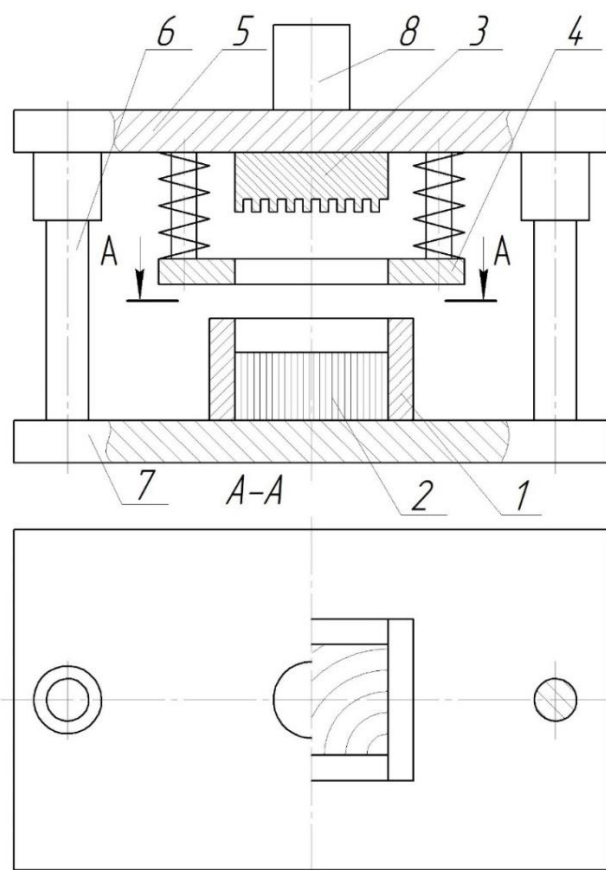


Рис. 4 – Схема приспособления для торцевого прессования прямоугольных шипов в древесине: 1 – матрица; 2 – заготовка; 3 – пуансон; 4 – подвижный съемник; 5 – верхняя плита; 6 – колонки; 7 – нижняя плита; 8 – хвостовик

**Заключение.** Задачами для дальнейшего исследования являются разработка конструкции матрицы и подвижного съемника, а также расчет и конструирование остальных узлов приспособления.

### Список литературы

1. Рублева, О.А. Прочность склеивания древесины по длине на прямоугольные шипы / О.А. Рублева, А.Г. Гороховский // Хвойные бореальной зоны. 2019. Т.37. №5. С. 358-366.
2. Рублева, О.А. Формирование элементов шиповых соединений безотходным способом торцевого прессования заготовок из древесины: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / О.А. Рублева. – Киров: Вятский государственный университет, 2011. - 216 с.
3. ГОСТ 15830-84. Обработка металлов давлением. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1992. - 22 с. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/20525/> (дата обращения: 21.10.2022). – Текст : электронный.
4. Владимиров, В.М. Изготовление штампов, пресс-форм и приспособлений. Учебник для проф.- техн. училищ. / В.М. Владимиров. – Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1974. - 431 с.
5. Самохвалов, В.Н. Проектирование штампов для листовой штамповки

деталей летательных аппаратов: учебное пособие / В.Н. Самохвалов, Е.Г. Громова. Самара: Издательство Самарского университета, 2020. - 80 с.

6. Кокорин, В.Н. Проектирование штампов листовой и объемной штамповки: учебное пособие / В.Н. Кокорин, Ю.А. Титов, О.И. Морозов, Н.В. Мишов. Ульяновск: УлГТУ, 2021. - 66 с.

7. Схиртладзе, А.Г. Автоматизированное проектирование штампов: учеб. пособие / А.Г. Схиртладзе [и др.]; под ред. проф. В.В. Морозова. Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. - 284 с.

8. Глушечков, В.А. Основные элементы инструментальных штампов, их назначение, конструкция: электрон. учебное пособие / В.А. Глушечков; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т) - Электрон. текстовые и граф. дан. ( 0,77 Мбайт). Самара, 2013.

9. ГОСТ 13119-81. Штампы для листовой штамповки. Детали направляющих узлов. Конструкция и размеры. ГОСТ 13119-81 (СТ СЭВ 1301-78), ГОСТ 18812-81 (СТ СЭВ 1307-78), ГОСТ 18813-81 (СТ СЭВ 1308-78) ГОСТ 24558-81 - ГОСТ 24562-81 (СТ СЭВ 1302-78 - СТ СЭВ 1306-78): Сб. ГОСТов. – М.: Издательство стандартов, 1994. – 34 с. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/30370/> (дата обращения: 21.10.2022). – Текст : электронный.

#### **УДК 620.19**

### **ЛИКВАЦИЯ УГЛЕРОДА В ОТЛИВКАХ, ПОЛУЧЕННЫХ ЛИТЬЕМ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ, И СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ ЕЕ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ НА КАЧЕСТВО ИЗДЕЛИЙ**

М.А. Гурьев, А.И. Аугсткалн, В.Ю. Саяпин, А.А. Нагих  
*Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова*

**Аннотация.** Статья посвящена рассмотрению такого негативного явления, как процесс науглероживания стальных отливок при использовании технологии литья по газифицируемым моделям. Указаны основные пути преодоления ликвации углерода при литье, а также существующие проблемы при решении данного вопроса.

**Ключевые слова:** литье по газифицируемым моделям, сталь, литье, ликвация, углерод, термическая обработка, микроструктура.

### **CARBON LIQUATION IN CASTINGS PRODUCED BY CASTING BY GASIZED MODELS AND METHODS TO REMOVE ITS NEGATIVE EFFECT ON PRODUCT QUALITY**

M.A. Guryev, A.I. Augstkaln, V.Y. Sayapin, A.A. Nagih  
*Altai State Technical University I.I. Polzunova*

**Abstract.** The article is devoted to the consideration of such a negative phenomenon as the process of carburization of steel castings when using the casting technology for gasified models. The main ways to overcome carbon segregation during casting, as well as the existing problems in solving this issue, are indicated.

**Keywords:** casting according to gasified models, steel, casting, liquation, carbon, heat treatment, microstructure.

Технология литья по газифицируемым моделям (ЛГМ) при ее внедрении в практику преследовала повышение точности отливок до уровня литья по выплавляемым моделям при заметно меньших издержках производства. Такие преимущества, как мобильность изготовления отливок и возможность получения литья без уклонов привлекали все большее количество специалистов. В последние двадцать лет технология ЛГМ приобрела в РФ большую популярность. [1,2]. Основной причиной, сдерживающей становление данной технологии в статусе доминирующей, является негативное влияние продуктов деструкции газифицируемой модели в процессе заливки форм, приводящее как к поверхностному, так иногда и к объемному науглероживанию при производстве стального литья. На процессы взаимодействия в системе модель-металл-форма, помимо физико-химических параметров материала модели, весомую роль играют такие факторы как габариты модели, размеры опок-контейнеров и распределение в них давления, температура и скорость заливки, тип литниковой системы и т.д. Наличие множества факторов, влияющих на процесс науглероживания стали, позволяют говорить о необходимости применения комплексного подхода при решении данной проблемы.

В настоящей работе приведены данные как литературных источников, так и результаты собственных исследований по ликвации углерода в стальных отливках. Собственные исследования проводились на базе литейного цеха ООО «ТСП» г. Барнаула.

При обработке литературных данных нами были встречены следующие мероприятия, направленные на снижение влияния ликвации углерода на свойства материала отливок:

1. Воздействие посредством термической обработки. [3-6].
2. Изготовление литниковой системы, удовлетворяющей процессу ЛГМ. [7,8].
3. Применение новых пеноматериалов с пониженным содержанием углерода и отсутствием жидкой фазы при термодеструкции.
4. Применение активных покрытий, содержащих реагенты, связывающие углерод термодеструкции моделей. [9].
5. Удаление модели из формы выжиганием перед заливкой расплава. [1,2]
6. Воздействие на расплав модифицирующими агентами.

Представленные мероприятия в условиях конкретного производства могут находиться в разной степени доступности. Так, удаление модели из формы выжиганием перед заливкой не выполнимо в случае габаритной тонкостенной модели сложной конфигурации.

Изготовление сложной литниковой системы [7,8] создает условия плоского фронта взаимодействия металл-модель. Постепенное замещение модели расплавом является необходимым условием для эффективности литниковой системы при ЛГМ-процессе. На рисунке 1 представлен собранный модельный блок (куст) детали «валик подъемника».



Рисунок 1. Подготовленный к формовке модельный блок детали «валик подъемника»

Как видно на рисунке, питатель расположен в нижней части отливки (сифонный подвод металла), а в верхней части моделей смонтирован технологический напуск, в который при заполнении формы «выносятся» избыток выделившегося при термодеструкции углерода. Более оптимальным с точки зрения получения отливки со сниженным эффектом ликвации по углероду является вариант, когда технологический напуск соединен со стояком (является выпором), но в этом случае металлоемкость формы резко снижается, влияя на производительность литейного цеха. Кроме того, ряд деталей в силу их конфигурации очень проблематично оградить от эффекта науглераживания - элементы тонкого сечения, расположенные в средней части отливки, не позволяют в полной мере использовать литниковую систему как регулятор равномерного распределения углерода в разных частях отливки. Проколы слоя покрытия на высушенных блоках для улучшения отвода газов из полости формы на практике улучшают чистоту поверхности, но малоэффективны для уменьшения пригара углерода в расплав.

Подобное положение стимулирует производителей на разработку новых пеноматериалов, которые в своем составе содержат полимер метилметакрилат (PMMA) и полистирол (EPS). Отмечается [10], что в новом литейном пеноматериале углерода в шесть раз меньше, чем в пенополистироле. Более низкой (в два раза), является и температура его воспламенения, что и определяет отсутствие жидкой фазы и, соответственно максимально низкое науглероживание от модельного материала – около 0,02%. Как примеры приводятся марки CLEAROR 500A (производства Японии) и STMM – 3 (производства КНР). В условиях удаленности производителя новых материалов, либо невозможности их поставок по иным причинам, возможность их массового применения в ближайшее время невелика.

Весьма перспективным направлением является воздействие на поверхность отливки при ее кристаллизации в форме. В работе [9] на

поверхность модели наносили слой дигидрида титана в виде пудры с крупностью 0,5 мкм. Затем все покрывается антипригарным покрытием на основе циркона. Содержание углерода в поверхностном слое отливки при заливке сталью 18ХН2МФЛ не превышало 0,22%. Без применения дигидрида титана, содержание углерода на поверхности достигало 0,6%. По утверждению авторов содержание углерода в поверхностном слое снижалось за счет связывания углерода, выделяющегося при термодеструкции модели, водородом из дигидрида титана. К сожалению, в результатах вышеупомянутой работы отсутствуют данные о влиянии титана на свойства поверхности полученных отливок.

Другим вариантом снижения ликвации углерода является введение в противопригарное покрытие компонентов, которые при заливке формы металлом диссоциируют с образованием угольной кислоты и кислорода и связывают углерод, уменьшая тем самым потенциал газовой атмосферы в форме [3].

Наиболее распространенным способом коррекции свойств материала отливок, полученных методом литья по газифицируемым моделям, в той или иной степени характеризующихся ликвацией по углероду, является термическая обработка. На сегодняшний день общепринятой точки зрения на режим термической обработки, которая обеспечивала бы перераспределение в объеме и снижение содержания углерода в поверхностных слоях отливок, полученных методом ЛГМ, нет. В публикации [6] показано, что традиционная термическая обработка стальных отливок (отжиг) не оказывает значительного влияния на перераспределение углерода в объеме отливки. Применение нами пенополистирола повышенной активности марки Н – 4S привело к резкому увеличению содержания углерода по всему сечению тонких стальных отливок с 0,12% до 0,8% углерода. На рисунках 2а и 2б показана структура науглероженных отливок до и после термической обработки (отжига). Характерно, что при улучшении формы структурных составляющих, перераспределения углерода не произошло.



а



б

Рисунок 2. Микроструктура сердцевин образцов [6]  
а - образец после отжига, б - без термической обработки

Устранение поверхностного науглероживания, как отмечено в работе [3] достигается диффузионным отжигом 1-го рода, при котором стальные отливки

нагреваются до температур 1000-1100°С с последующим медленным охлаждением с печью. Обработке при таких высоких температурах сопутствует такое негативное явление, как рост зерна аустенита. Как альтернатива диффузионному отжигу авторами вышецитируемой статьи, предложена термоциклическая термическая обработка позволяющая полностью устранить (или значительно уменьшить) глубину науглероженного слоя. Для сталей 20Л и 40Л продемонстрировано, что диффузия углерода из науглероженного слоя в отливках при термической обработке происходит как к поверхности отливки, так и к ее сердцевине. Реализовывался следующий режим ТЦО: верхняя температура цикла-925°С ( $T=30$  мин); нижняя температура цикла- 650 °С ( $T=10$  мин). Число циклов – 5.

Иной подход при оптимизации температурно-временных параметров термической обработки отливок из стали 35Л, полученных методом ЛГМ, был реализован в статьях [4,5]. Исследователи установили, что критические точки литых сталей типа 35Л могут быть значительно смещены относительно аналогичных точек углеродистых сталей под влиянием примесей и химической неоднородности. В исследованных сталях температура начала образования аустенита  $A_{c1}$  смещена вверх на 35-40 °С, тогда как температуры начала образования феррита  $A_{r3}$  и перлита  $A_{r1}$  смещены вниз соответственно на 48-51 и 40-55 °С.

В данном случае, пользуясь результатами данных дилатометрических исследований, авторы предложили производить снижение твердости при изотермическом отжиге в интервале температур 710-690 °С (после аустенизации). При этом происходит интенсивное образование крупнозернистого феррита, благодаря существованию готовых поверхностей зарождения и формирование грубой перлитной структуры при малом переохлаждении  $\Delta T$  относительно  $A_{r1}$ .

Такой способ, как применение модификаторов является на сегодняшний день наименее разработанным. Хотя очевидно, что в рассматриваемом вопросе могли бы быть применены модификаторы 3-го рода – холодильники (инокуляторы), снижающие температуру металла и повышающие скорость кристаллизации, тормозя тем самым развитие ликвации элементов [11,12].

Влияние модифицирования на возможность регулирования структурообразованием стальных отливок, изготавливаемых методом ЛГМ, требует экспериментального подтверждения.

В условиях, когда развитие значительной части предприятий по производству литья носило экстенсивный характер, комплексный подход к решению проблемы химической неоднородности изделий, полученных методом ЛГМ, только сформируется.

### Список литературы

1. Шуляк, В.С. Литье по газифицируемым моделям / В.С. Шуляк. СПб.: НПО «Профессионал», 2007. - 408с.



2. Озеров, В.А. Литье по моделям из пенополистирола / В.А. Озеров, В.С. Шуляк, Г.А. Плотников. М.: «Машиностроение», 1970. - 183с.
3. Кондратьев, С.Ю. Науглероживание стальных отливок, получаемых литьем по газифицируемым моделям / С.Ю. Кондратьев, А.Д. Хайдоров // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2014. №4 (207). С. 117-126.
4. Мирзаев, Д.А. Изотермический отжиг отливок стали 35Л, полученных методом литья по газифицируемым моделям. / Д.А. Мирзаев, А.А. Куликов, Ю.Д. Корягин // Вестник МГТУ им Г.И. Носова. 2012. №3. С. 24-26.
5. Корягин, Ю.Д. Термическая обработка изделий, полученных методом литья по газифицируемым моделям. / Ю.Д. Корягин, Д.А. Мирзаев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». С. 138-144.
6. Ерболатов, А.Е. Особенности структуры тонких образцов из стали 20ГЛ, полученных литьем по газифицируемым моделям / А.Е. Ерболатов, М.А. Гурьев, С.Г. Иванов, А.И. Аугсткэлн // Ползуновский вестник. 2022. №2. С. 139-144.
7. Морозов, В.А. Изготовление стальных отливок литьем по газифицируемым моделям / В.А. Морозов // Литейное производство. 2015. №5. С. 29-31.
8. Морозов, В.А. Некоторые вопросы технологии литья стали по газифицируемым моделям / В.А. Морозов // Литейное производство. 2016. №1. С. 32-35.
9. Пат. 2391177. Российская федерация. МПК В22D 27/18. Способ модифицирования поверхности отливок / Н.В. Нестеров, А.Г. Ермилов; заяв. 24.01.2008. Оpubл. 10.06.2010 – URL: <https://findpatent.ru/patent/239/2391177.html> (дата обращения: 25.10.2022). – Текст : электронный.
10. XII съезд литейщиков России. Технологические особенности производства стального литья методом литья по газифицируемым моделям (ЛГМ) с использованием нового оборудования. – URL: <http://simbirsk-furnace.ru/informatsiya/publikatsii-v-smi/23-khii-c-ezd-litejshchikov-rossii-tekhnologicheskie-osobennosti-proizvodstva-stalnogo-litya-metodom-litya-po-gazifitsiruемым-modelyam-lgm-s-ispolzovaniem-novogo-oborudovaniya.html> (дата обращения: 25.10.2022). – Текст : электронный.
11. Задиранов, А.Н. Теоретические основы кристаллизации металлов и сплавов / А.Н. Задиранов, А.М. Кац. Изд-во РУДН, 2008. - 227с.
12. Зубенко, Л.Н. Применение модификаторов в металлургии и сварочном производстве (обзор) / Л.Н. Зубенко // Технологии и материалы. №2. 2015. С. 16-20.

УДК 66.040.25

**ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ  
ПОВЕРХНОСТНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ  
ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТВЧ-НАГРЕВА**

В.В. Зобнев, Н.А. Чернецкая

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего  
образования «Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** Поверхности рабочих органов почвообрабатывающих машин, изготовленные из легированных конструкционных сталей, упрочняют путем нанесения различных износостойких покрытий из функциональных материалов. Для защиты от таких явлений используются различные способы упрочнения быстроизнашиваемых поверхностей. Эффективным способом упрочнения поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих машин является поверхностное легирование с использованием ТВЧ-нагрева.

**Ключевые слова.** ТВЧ-нагрев, химико-термическая обработка, упрочнение, насыщение металлами, борирование, поверхностное легирование, износостойкое покрытие.

**STATEMENT OF THE TASK OF DEVELOPING A TECHNOLOGY  
FOR SURFACE ALLOYING OF WORKING BODIES OF TILLAGE  
MACHINES USING HDPE HEATING**

V.V. Zobnev, N.A. Chernetskaya

*Rubtsovsk industrial Institute (branch)*

*Federal state budget educational institution of higher education  
«The Altai state technical University named after I.I. Polzunov»*

**Abstract.** The surfaces of the working bodies of tillage machines made of alloyed structural steels are strengthened by applying various wear-resistant coatings made of functional materials. To protect against such phenomena, various methods of hardening fast-wearing surfaces are used. An effective way to harden the surfaces of the working bodies of tillage machines is surface alloying using HDPE heating.

**Keywords:** HDPE heating, chemical-thermal treatment, hardening, metal saturation, borination, surface alloying, wear-resistant coating.

**Оценка современного состояния решаемой научно-технической  
проблемы**

Стойкость рабочих органов машин для предпосевной обработки почв на примере стрельчатых лап культиватора типа СЛ-3 на сегодняшний день составляет от 12 до 17 га при стоимости одной лапы порядка 400 рублей. Таким образом, только сельское хозяйство Алтайского края потребляет порядка 460 тыс. лап СЛ-3 на сумму около 184 млн. руб. Повышение стойкости даже одного типоразмера лап СЛ-3 на 50% при сохранении их стоимости, способно дать экономический эффект порядка 87 млн. руб. без учета простоя техники по причине выхода из строя почвообрабатывающего инструмента только на территории Алтайского края. Таким образом, проблема повышения стойкости и

снижения стоимости рабочих органов почвообрабатывающих машин является важной народнохозяйственной и актуальной задачей современного материаловедения [1].

### **Основание и исходные данные для разработки темы**

Основанием для разработки темы является потребность и необходимость поверхностного упрочнения рабочих органов сельскохозяйственных машин, изготавливаемых из конструкционных и легированных сталей, износостойкими покрытиями из функциональных материалов (порошковые покрытия, керамика, одно- и многокомпонентные металлические и композиционные покрытия, твердосплавные покрытия и пр.).

Исходными данными для разработки темы научно-исследовательской работы являются анализ научно-технической литературы и полученные статистические данные от растениеводческих хозяйств.

### **Обоснование необходимости проведения НИР**

Химико-термическая обработка (ХТО) является одним из наиболее эффективных и простых методов поверхностного упрочнения, используемого на заключительных стадиях изготовления и совместимого с термической обработкой. Такие виды ХТО как цементация, азотирование, а также их совмещенные варианты, прочно вошли в производство, а структура, эксплуатационные и механические характеристики покрытий, получаемых этими методами достаточно хорошо изучены за уже более чем 100 лет исследований.

Необходимость выполнения настоящей научно-исследовательской работы продиктована наличием возможностей и необходимостью исследования процессов насыщения бором, хромом, титаном, а также совмещенных процессов. При борировании на поверхности сталей, возможно получать слои, имеющие толщину до 300 мкм, однако зачастую эти процессы длительны (от 4 до 24 ч), трудоемки и практически несовместимы с существующими технологическими процессами современных производств. В случае диффузионного борирования образуются хрупкие покрытия, имеющие низкую пластичность и ударную вязкость [2, 3, 4].

В связи с изложенным, исследования, направленные на интенсификацию процессов борирования, повышение эксплуатационных свойств боридных покрытий, исследование их структуры с целью получения заданных свойств, являются необходимыми для проведения научно-исследовательской работы.

### **Сведения о планируемом научно-техническом уровне разработки, о патентных исследованиях и выводы из них**

Проведен анализ научно-технической литературы по вопросам эффективности ХТО, влияния состава стали на процесс диффузионного насыщения бором в условиях нагрева ТВЧ многокомпонентного насыщения металлами и неметаллами и термической обработки с помощью ТВЧ.

При выполнении работы использовался комплексный метод исследований, включающий анализ и научное обобщение научно-технической информации. Используются следующие экспериментальные методы: оптическая

микроскопия; просвечивающая и растровая электронная микроскопия, атомно-силовая микроскопия; рентгеноструктурный и рентгенфлуоресцентный анализ; стандартные методы исследования механических свойств и другие. Исследовали структуру диффузионных и наплавленных слоев, проводили сравнительные испытания упрочненных почвообрабатывающих лап культиватора, подвергнутых изотермическому (печному) насыщению по разработанным режимам нагрева в условиях ТВЧ. Проведен сравнительный экономический анализ эффективности разработанного способа относительно применяемых способов упрочнения [5, 6].

На основании анализа исследований рассмотрена эффективность использования новых технических решений, направленных на повышение износостойкости рабочих органов сельскохозяйственных машин. В НИР приведены результаты научного анализа современного состояния научно-технической проблемы и содержание полученных результатов по разработке технологии ХТО в условиях нагрева ТВЧ. По теме НИР получен патент РФ на изобретение на способ упрочнения и разработанный состав насыпки на основе бора и сормайта, а также подана заявка на выдачу еще одного патента РФ на изобретение.

В НИР планируется оптимизация режимов упрочнения культиваторных лап ХТО в условиях нагрева ТВЧ.

#### **Сведения о метрологическом обеспечении НИР**

Исследования по теме НИР выполнены с применением камерной печи типа СНОЛ для изотермического нагрева, оснащенную ПИД-контроллером «TERMODAT-16E3», позволяющим поддерживать температуру на спае контрольной термопары с точностью  $\pm 0,1$  °С во все рабочем интервале печи. Для нагрева в условиях ТВЧ применяли инверторную индукционную установку «ЭЛСИТ-120К», производства ООО «ЭЛСИТ», г. Томск. Изменение размеров образцов контролировали микрометром, изменение массы — на весах ВЛР-200 с точностью  $5 \cdot 10^{-4}$  г. Толщину покрытий измеряли на поперечных микрошлифах с помощью оптического микроскопа Axio Observer Z1m при увеличениях  $\times 50$ ,  $\times 100$ ,  $\times 200$ ,  $\times 500$ ,  $\times 1000$ , а также с применением режима панорамной съемки. Оптический микроскоп Axio Observer Z1m оснащен программным комплексом AxioVision 4.8.2 и программным комплексом «ThixoMet», электронные микроскопы Phenom 2G Pro, Jeol JSM 7000, рентгеновский дифрактометр ДРОН-6, рентгеновский флуоресцентный анализатор X-MET 7500 в расширенной комплектации, энергодисперсионный анализатор X-MAX Pro с активной площадью детектора  $180\text{мм}^2$ , полуавтоматический твердомер МН-6 с функцией измерения микротвердости [7, 8, 9].

Для приготовления шлифов использовали прецизионный автоматический отрезной станок «MICRACUT—201», автоматический пресс «METAPRESS» - для запрессовки образцов в бакелитовый компаунд для дальнейшей их шлифовки на автоматическом шлифовальном станке «DIGIPREP» [10].

Исследования тонкой микроструктуры проводили на электронных

микроскопах «JEOL-5620», «JEOL-7000» «Phenom 2G Pro», а также атомно-силовом микроскопе «FEMTOSKAN FBM9-30» [11, 12].

По снимкам, полученным в оптическом микроскопе в автоматическом режиме при помощи программного комплекса «Thixomet» измерялись параметры диффузионных слоев.

Износостойкость определяли в лабораторных условиях на машине Амслера по ГОСТ 47421-73.

Анализ проводился средствами программного пакета Microsoft Excel 2007, StatSoft STATISTICA, расчетные данные были визуализированы средствами программы Origin Pro.

#### **Актуальность темы**

В современном сельском хозяйстве стойкость различных рабочих органов сельскохозяйственных машин оставляет желать лучшего и внедрение диффузионных покрытий на основе бора с высокими показателями износостойкости и пластичности позволит получать миллиардный экономический эффект.

Несмотря на значительное число перспективных способов ХТО (хромирование, борирование, титанирование, алитирование, силицирование, карборирование, борохромирование, боротитанирование, алюмосилицирование и т.п.), повышающих износостойкость рабочих поверхностей, применение их ограничивается такими факторами, как недостаточная изученность, высокие требования к оборудованию, культуре производства и условиям процесса, в некоторых случаях более высокие затраты и т.д. Главным ограничивающим фактором является требование высокой культуры производства.

Комплексный подход к данной проблеме расширяет возможности поиска альтернативных решения и путей повышения эффективности способов ХТО, повышающих износостойкость лап культиватора РЗЗ.00.122, что предопределяет актуальность темы исследования.

**Новизна темы** заключается в установлении новых закономерностей влияния технологических факторов на эффективность процессов нанесения борсодержащих покрытий в условиях нагрева ТВЧ, обеспечивающих повышение износостойкости лап культиватора РЗЗ.00.122.

#### **Научная новизна исследований:**

1. Исследовано влияние состава насыщающей смеси, химического состава стали, а также технологических параметров на фазовый состав, структуру и свойства покрытий, получаемых при использовании ТВЧ-нагрева для производства стрелчатых культиваторных лап.

2. Исследованы процессы нанесения борсодержащих покрытий в условиях нагрева ТВЧ.

3. Определено оптимальное сочетание и количественное содержание компонентов шихты для поверхностного упрочнения культиваторных лап из углеродистых и легированных сталей. На основе изученных представлений о поведении сталей с наплавленным борсодержащим покрытием разработаны новые составы шихт для упрочнения культиваторных лап в условиях: ТВЧ-

нагрева и рекомендованы для них оптимальные режимы обработки.

4. Предложены математические модели, описывающие процесс наплавки борсодержащими материалами в условиях ТВЧ-нагрева.

5. Установлены расчетные модели, позволяющие установить параметры наплавленного слоя и ресурса работы упрочненной лапы в зависимости от состава насыщающей смеси и значений технологических факторов процесса нагрева.

**Цель работы** - разработка технологии поверхностного легирования бором, хромом и титаном стрелчатых лап из конструкционных и легированных сталей с использованием ТВЧ-нагрева.

**Объектом разработки** являются рабочие органы культиватора РЗЗ.00.122.

**Предметом работы** является технологический процесс упрочнения культиваторных лап из сталей 50Г и 65Г в условиях нагрева ТВЧ.

**Задачи исследования, их место в выполнении НИР в целом:**

- анализ известных способов борирования, методов их интенсификации;
- обоснование использования ТВЧ-нагрева для поверхностного легирования бором, хромом и титаном;
- исследование физико-химических процессов, протекающих при борировании стали с использованием ТВЧ-нагрева;
- исследование влияния состава насыщающей смеси, химического состава стали, а также технологических параметров на фазовый состав, структуру и свойства покрытий, получаемых при использовании ТВЧ-нагрева;
- экспериментальное изучение износа полученных покрытий на стрелчатых лапах из конструкционных и легированных сталей с использованием ТВЧ-нагрева;
- оптимизация параметров нанесения многокомпонентных покрытий при ТВЧ-нагреве для стали 65Г, а также стали 55, наиболее часто применяемых при изготовлении почвообрабатывающих органов сельхозмашин.

Поставленные задачи последовательны и логичны, определяют внутреннее единство НИР в целом.

### **Список литературы**

1. Сельское хозяйство в России. 2021: Стат. сб. / Росстат – С 29 М., 2021. - 100 с. – URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S-X\\_2021.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S-X_2021.pdf) (дата обращения: 27.10.2022). – Текст : электронный.

2. Кошелева, Е.А. Технология многокомпонентного диффузионного упрочнения поверхности деталей машин и инструмента для энергетического машиностроения из смесей на основе карбида бора / Е.А. Кошелева, С.Г. Иванов, Е.А. Нестеренко, М.А. Гурьев, С.А. Земляков, О.А. Власова, А.Г. Иванов // Ползуновский вестник. 2010. №1. С.106-113.

3. Гурьев, А.М. Особенности комплексного диффузионного насыщения высоколегированных сталей бором и хромом / А.М. Гурьев, С.Г. Иванов, М.А. Гурьев, А.Г. Иванов // Журнал «Современные наукоемкие технологии». 2010. №1. С.92-93.

4. Кошелева, Е.А. Состав насыщающих смесей для комплексного диффузионного упрочнения тяжело нагруженных деталей машин и инструмента / Е.А. Кошелева, М.А. Гурьев, Е.А. Нестеренко, А.Г. Иванов, А.А. Долгоров // Расчет, диагностика и повышение надежности элементов машин: Межвуз. сб. Вып. 9 / Под ред. Вагнера В.А., Баранова А.В./ Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2010. С.47-55.

5. Кошелева, Е.А. Технология многокомпонентного диффузионного упрочнения поверхности деталей машин и инструмента для энергетического машиностроения из смесей на основе карбида бора / Е.А. Кошелева, С.Г. Иванов, Е.А. Нестеренко, М.А. Гурьев, С.А. Земляков, О.А. Власова, А.Г. Иванов // Ползуновский вестник. 2010. №1. С.106-113.

6. Иванов, С.Г. Интенсификация процессов поверхностного легирования изделий из железоуглеродистых сплавов / С.Г. Иванов, М.А. Гурьев, А.М. Гурьев, С.А. Земляков, А.Г. Иванов // Журнал «Современные наукоемкие технологии». 2010. №9. С.101-102.

7. Гурьев, А.М. Повышение эксплуатационных свойств стальных изделий в полевых условиях / А.М. Гурьев, А.Г. Иванов, П.А. Марков, С.Г. Иванов // Ползуновский альманах. 2010. №1. С.205-206.

8. Иванов, С.Г. Повышение износо- и коррозионной стойкости стальных деталей методами комплексного бороникелирования и борвольфрамирания / С.Г. Иванов, М.А. Гурьев, С.А. Земляков, А.Г. Иванов, Р.М. Гурьев // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2010. С.108-111.

10. Иванов, С.Г. Диффузионное хромирование сталей из насыщающей обмазки / С.Г. Иванов, А.М. Гурьев, С.А. Земляков, Е.А. Кошелева // Ползуновский альманах. 2006. №3. С.191.

11. Гурьев, М.А. Комплексное диффузионное упрочнение тяжело нагруженных деталей машин и инструмента / М.А. Гурьев, А.Г. Иванов, С.Г. Иванов, Е.А. Кошелева, А.Д. Грешилов, А.М. Гурьев, Б.Д. Лыгденов, Г.А. Околович // Ползуновский вестник. 2010. №1. С.114-121.

12. Гурьев, М.А. Разработка способа термоциклического борохромирования деталей машин и инструмента / М.А. Гурьев, С.Г. Иванов, О.А. Власова, А.М. Гурьев, Е.А. Кошелева // Материалы IV Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь – 2007» (НИМ-2007) / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2007. - С.45-48.

13. Гурьев, М.А. Повышение диффузионных карбоборидных покрытий термоциклированием в процессе их получения / М.А. Гурьев, С.Г. Иванов, О.А. Власова, А.М. Гурьев, Е.А. Кошелева // Материалы IV Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь – 2007» (НИМ-2007) / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 2007. - С.110-112.

УДК 629.33.083.5(075.8)

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ПОЛИМЕРНЫМИ И КЛЕЕВЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Ю.А. Шапошников, Д.Р. Авраменко

*Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова*

**Аннотация.** В статье изложены: особенности производственного процесса ремонта автомобилей, свойство полимеров и возможность их применения в авторемонтном производстве, особенности применения клеевых составов при ремонте деталей, приведены примеры и рекомендации технологических процессов восстановления работоспособности деталей полимерными и клеевыми материалами.

**Ключевые слова:** ремонт, автомобили, детали, производственный процесс, восстановление, полимеры, реактопласты, эпоксипласты, термопласты, клеи, эпоксидная смола, смесь, наполнитель, температура, давление, трещины, прес, порошок, композиционные материалы.

## RESTORATION OF AUTOMOBILE PARTS WITH POLYMER AND ADHESIVE MATERIALS

Yu.A. Shaposhnikov, D.R. Avramenko

*Altai State Technical University named after I.I. Polzunov*

**Annotation.** The article describes: the features of the production process of car repair, the property of polymers and the possibility of their use in car repair production, the features of the use of adhesive compounds in the repair of parts, examples and recommendations of technological processes for restoring the operability of parts with polymer and adhesive materials.

**Keywords:** repair, cars, parts, production process, restoration, polymers, reactoplastics, epoxyplastics, thermoplastics, adhesives, epoxy resin, mixture, filler, temperature, pressure, cracks, pres, powder, composite materials.

### Введение

Ремонт автомобилей включает совокупность действий, в результате которых изношенным деталям, агрегатам и узлам, поступающей в ремонт технике, возвращается работоспособность, утраченная в эксплуатации. В ремонтном производстве в результате производственной деятельности работников на предприятии восстанавливается работоспособность автомобиля или ресурс изделия и его составных частей [1].

Производственный процесс ремонта техники отражает организацию и последовательность выполнения ряда технологических процессов при участии в этом основных и вспомогательных служб предприятий. На рисунке 1 показана схема производственного процесса ремонта.





Рисунок 1 - Схема производственного процесса ремонта

### Методика расчета

Распространению пластмасс в авторемонтном производстве способствуют низкая стоимость, простая технология, несложное оборудование и малая трудоёмкость процесса их применения. Полимеры - это высокомолекулярные соединения, образованные из большого числа больших молекул (мономеров). Различают чистые полимеры (полиэтилен, полипропилен и др.) и композиции (кроме полимера входят пластификаторы, наполнители, отвердители, красители, смазки и другие добавки) [2].

Виды полимеров:

- полиолефины, к ним относят полиэтилены высокой и низкой плотности (ПЭВП и ПЭНП) и полипропилен. Из них изготавливают различные мелкие детали, бензобаки, пленки, бампера, панели приборов;
- поливинилхлориды, применяются в производстве искусственных кож, тентовых материалов, пленок, литевых изделий, линолеума;
- пенополиуретан, из него изготавливают подушки и спинки сидений, подголовники, подлокотники;
- полистирол, это детали облицовки интерьера, различные крупногабаритные детали, получаемые термоформованием из листовых материалов;
- реактопласты, к ним относятся стеклопластики, которые в основном используются в тюнинге автомобилей.

В ремонтном производстве применяют как термореактивные пластмассы (реактопласты, например, эпоксипласты, клеи и др.), так и термопласты. Специалисты химии различают их по способу сшивания молекул. В

ремонтной же практике, с прикладной стороны: изделия из термопластов можно вернуть в исходное состояние (например, капрон растворяют в соляной кислоте, добавляют воду, пропускают через центрифугу и получают до 80% порошка рециклата, т.е. пластмассы вторичного происхождения). Реактопласты после затвердевания (например, клеи) в исходное состояние не возвращаются.

Аморфные линейные полимеры (полиметилметакрилат, полистирол и др.) в зависимости от температуры могут находиться в трёх физических состояниях: стеклообразном (колебательные движения атомов), высокоэластичном (крутильные колебания звеньев) и вязкотекучем (подвижность всей макромолекулы как целого). Высокоэластичная деформация присуща только полимерам (резины же эксплуатируются в высокоэластичном состоянии).

Восстановление деталей эпоксидными композициями, их свойства при ремонте автомобилей, положительные стороны:

- способность соединять разнородные материалы;
- не влияют на структуру соединяемых материалов;
- невысокая стоимость;
- герметичность;
- простота технологического процесса.

Эпоксидная смола - жидкость от светложелтого до коричневого цвета, получают из нефти при перегонке. В практике ремонта получили распространение ЭД-16, ЭД-20, ЭД-40, ДЭГ-1, ЭДП и ЭДЛ, а также модифицированные эпоксидные смолы (компаунды) К-115, К-153, К-168, К-293 и клеи на их основе. Смола (ЭД-16, 20) имеет адгезию с металлами, стеклом, пластмассами, деревом, керамикой. Не имеет адгезии с резиной, полиэтиленом, полистиролом и хлорвинилом. Температуро- и морозостойкость:  $-60...+120^{\circ}\text{C}$ . Стойкость в кислотах, щелочах, растворителях, воде, грибостойкость; отвердители токсичны. Смолы (ЭД-16,-20) горячего отверждения (отвердитель - малеиновый ангидрид,  $150^{\circ}\text{C}$ ) имеют несколько более высокие показатели механической прочности, чем смолы холодного отверждения (отвердитель полиэтиленполиамин,  $20^{\circ}\text{C}$ ). Например,  $\sigma_{\text{в}}$  (сжатие),  $\text{кгс/см}^2$  (ЭД-16): 1500...1700 и 1200 соответственно [3].

Приготовление эпоксидных композиций начинают с подготовкой смеси из эпоксидной смолы, пластификатора и наполнителей. Смесь может храниться в закупоренной посуде довольно долго, а непосредственно перед применением в эту смесь вводят отвердитель.

Для заделки трещин в деталях наполнитель составляет 100...120 грамм металлического порошка на каждые 100 грамм эпоксидной смолы или 50...60 грамм графита. Наполнитель перед применением должен быть просушен 2 - 3 часа при температуре 100...150 $^{\circ}\text{C}$ . Если же наполнитель хранится в сухом теплом помещении, то его просушивать не обязательно.

Когда устраняемое повреждение на детали полностью подготовлено, в тройную эпоксидную смесь вводится отвердитель: полиэтиленполиамин (ПЭПА) 11...12 г/100 грамм смолы, АФ-2-24...26 грамм. Отвердитель вводят частями, чтобы температура смеси не превышала 30...40 $^{\circ}\text{C}$ . При комнатной

температуре пригодность 100 грамм массы составляет: при использовании ПЭПА - 30...45 мин, при использовании АФ-2 - 10...15 мин. Эпоксидная композиция отверждается при комнатной температуре: ПЭПА - 24...28 часов, АФ-0-2 - 8...10 часов. Процесс отверждения можно ускорить подогревом детали: 60°C - 4...5 часов (ПЭПА), 80°C - 2 часа, в некоторых случаях 100°C - 1 час. Более эффективным считается смешанное отверждение композиции, при комнатной температуре, затем в камере при температуре 40...60°C. При этом процесс отверждения ускоряется в 2 раза.

При заделке трещин первоначально определяют границы трещин и сверлят отверстия диаметром 2...3 мм, снимают фаску под углом 60° на глубину 2...3 мм, зачищают поверхность вокруг дефекта на ширину 25...30 мм и создают шероховатость (крупной абразивной шкуркой или наносят зубилом насечки); обезжиривают поверхность ацетоном или уайт-спиритом и просушивают.

Трещины на плоскости прилегания головки цилиндров, проходящие между гнездом клапана и цилиндром или через перемычку между цилиндрами, восстанавливают со штифтовкой трещин с последующей постановкой ремонтных гильз и клапанных гнезд на эпоксидной композиции (отверстия под резьбу М6, штифты из красной меди). Стоимость ремонта трещин на водяной рубашке с учетом стоимости пасты в 4...5 раз ниже по сравнению с ремонтом горячей сваркой. Кроме ремонта деталей (2% всей смолы) эпоксидные смолы применяют для электроизоляционной заливки (25%), антикоррозионных покрытий (15%), гидроизоляции (5%), изготовления армированных пластиков (22%) и других работ.

Применение анаэробных клеев в ремонтной практике. Анаэробные клеи (основой является эфир метакриловой кислоты) остаются в исходном жидком состоянии до тех пор, пока находятся в контакте с воздухом. Когда нет доступа кислорода, начинается процесс затвердения (превращение жидкой смолы в твердый полимер через несколько часов). Механизм действия основан на динамическом равновесии, существующем между химическими радикалами и кислородом воздуха.

### **Обсуждения результатов**

В ремонтной практике анаэробные клеи, например, № 243, № 270 (фирмы «Локтайт») широко применяются для фиксации резьбовых соединений. Разобрать соединения, законтренные первым клеем, можно обычным инструментом, вторым - после нагрева до 300°C. В основе обоих клеев - сложный эфир диметилкрилата; рабочий температурный режим (-55...+150°C). Одновременно препарат герметизирует соединение и защищает его от коррозии. Аналогичные материалы (№648, №660 на основе уретана метакрилата и др.) применяются для фиксации изношенных деталей (втулок, шпонок, шлицевых соединений и др.) или при сборке (заменяют клепку и точечную сварку). Некоторые (например, мультибокс) затвердевают лишь при использовании активатора: на одну поверхность наносится клей, на другую - активатор. Разработаны анаэробные клеи и с другими «способностями»: для склеивания маслянистых (жирных) поверхностей, затвердевающие при низкой

температуре, используемые как герметики для фланцев и трубопроводов (высыхающие и невысыхающие - жидкие прокладки) и др.

Для изготовления деталей из синтетических материалов при ремонте автомобилей широко применяются полиамиды (АК-7, капрон). Из них изготавливают 40...60 деталей: втулки рессорные, втулки шестерен заднего хода, втулки вала сошки, шестерни спидометра, краники водяные, дверные ручки, пробки радиаторов, подфарники, крыльчатки водяных насосов, верхняя и нижняя части бензонасоса и др. Полиамидную смолу АК-7 выпускают в виде гранул светло-желтого цвета. Свойства полиамидов:

- низкий коэффициент трения;
- способность работать в агрессивных средах;
- высокая твердость (НВ 15...18) по сравнению с другими синтетическими материалами;
- повышенная теплостойкость (плавится при температуре 240°C).

Капрон выпускается в виде полупрозрачных гранул. Твердость - НВ 10...12, плавится при температуре 210°C, плотность - 1,13...1,14 г/см<sup>3</sup>, усадка при литье под давлением 1,5...3%. В расплавленном состоянии сильно окисляется кислородом воздуха. Не подвергается воздействию смазочных масел, керосина. Растворяется в муравьиной кислоте, феноле и в сильных минеральных кислотах (рециклат получают с помощью соляной кислоты). Обладает высокой гигроскопичностью (свежеотлитый капрон поглощает 10...11% влаги от собственного веса). Механические свойства капрона:

- $\sigma_B$  на разрыв, МПа - 50...70;
- $\sigma_B$  на сжатие, МПа - 70...80;
- $\tau$  на срез, МПа - 50...60;
- $\Psi$  удлинение, % - 150...200.
- Коэффициент трения по стали: без смазки - 0,15...0,19; со смазкой - 0,04...0,08;
- Допустимая рабочая температура: со смазкой - 135...140°C; без смазки - 50...60°C.

В некоторых технологиях детали изготавливают (восстанавливают) напрессовкой. Рассмотрим технологический процесс на примере наращивания пластмассы на детали под прессом. Детали (изношенные или повышающие прочность, например, стержни дверных ручек) очищают от жира и коррозии; в некоторых случаях для лучшей сцепляемости обрабатывают на металлопескоструйной установке. Перед сборкой пресс-формы деталь рекомендуется нагреть до 85°C, а пресс-форму до 60...65°C. В свободную полость между деталью и пресс-формой засыпают порошок полиамида или термореактивной пластмассы.

Под влиянием давления гидропресса и тепла (прессформу нагревают электроплитой или встроенными электрическими нагревателями) порошок размягчается и соединяется с поверхностью детали. Время выдержки под давлением 3 с на 1 мм покрытия. Форму медленно охлаждают. Детали из полиамида подвергают термической обработке в ванне с маслом при

температуре 190°C, выдержка - 5 мин на 1 мм толщины.

Покрытие из капрона на детали наносят и без пресса. После нанесения покрытия детали подвергают термообработке в дизельном масле (100...120°C, 10 мин). Также полимерные порошки могут наноситься на металлические детали в электрическом поле, а затем оплавливают в печи или ТВЧ.

Привосстановлении деталей на практике применяются ремонтные композиционные материалы (РЕКОМы) различных составов. Свойства применяемых РЕКОМов зависят от физикотехнических характеристик восстанавливаемых деталей, примеры:

1. Для получения антикоррозионных покрытий, противостоящие кислотам, щелочам и другим химическим средам.

2. Для восстановления посадочных размеров; резьбовых, шпоночных соединений, ремонта блоков цилиндров, трещин на корпусных деталях, задиров. После затвердения приобретает свойства металла, обрабатывается режущим инструментом на станках.

3. Для восстановления изношенных деталей, работающих в условиях абразивного воздействия жидких сред (насосы, клапаны и т.д.). Ресурс восстановленных деталей больше ресурсы новых. Обрабатывается только алмазным и боразоновым инструментом. Поэтому стараются геометрию детали сделать в период пластичного состояния.

4. Для ремонта деталей ДВС с рабочей температурой до 500°C.

5. Составы с низким коэффициентом трения, рекомендуется для восстановления подшипников скольжения.

Разработаны и другие композиционные материалы с различными специфическими свойствами (соединяются с замасленными поверхностями, в зимних условиях и др.).

### **Заключение**

1. Композиционные материалы нашли широкое распространение как в конструкции автомобилей деталей автомобилей, так и при восстановлении работоспособности деталей. Область их применение зависит от физикотехнических характеристик восстанавливаемых деталей.

2. Клеевые составы, эпоксидные и др. композиции, применяют для ремонтных работ деталей, электроизоляционной заливки, антикоррозионных покрытий, гидроизоляции, изготовления армированных пластиков и других работ.

### **Список литературы**

1. Дехтеринский, Л.В. Ремонт автомобилей: Учебник для вузов / Л.В. Дехтеринский, К.Х. Акмаев, В.П. Апсин и др.; под ред. Л.В. Дехтеринского. М.: Транспорт, 1992. - 295с.

2. Румянцев, С.И. Ремонт автомобилей: Учебник / под ред. С.И. Румянцева. М.: Транспорт, 1985. - 462с.

3. Канарчук, В.Е. Восстановление автомобильных деталей: технология и оборудование: Учебник / под. ред. В.Е. Канарчука. М.: Транспорт, 1995. - 304с.

### СЕКЦИЯ 3. НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 629.06, 629.331

#### ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ ВЕДУЩИХ МОСТОВ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

А.Ю. Барыкин, Р.М. Галиев, А.Т. Кулаков, П.Г. Курдин,  
Д.И. Нуретдинов, Р.Х. Тахавиев

*Набережночелнинский институт Казанского федерального университета*

**Аннотация.** В работе рассмотрены задачи эффективной эксплуатации ведущих мостов грузовых автомобилей при воздействии низких температур атмосферного воздуха. Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований рабочих процессов ведущих мостов автомобилей КАМАЗ. Предложены технические решения и рекомендации по поддержанию рациональных рабочих температур трансмиссионного масла, деталей главной передачи и дифференциала.

**Ключевые слова:** грузовой автомобиль, ведущий мост, зимняя эксплуатация, температура воздуха, предпусковой подогреватель, теплообменник.

#### INVESTIGATION OF METHODS FOR ENSURING THE RELIABILITY OF DRIVING AXLES OF TRUCKS DURING OPERATION IN WINTER

A.Yu. Barykin, R.M. Galiev, A.T. Kulakov, P.G. Kurdin,  
D.I. Nuretdinov, R.Kh. Takhaviev

*Naberezhnye Chelny Institute of Kazan Federal University*

**Annotation.** The paper considers the problems of efficient operation of the driving axles of trucks under the influence of low atmospheric temperatures. The results of theoretical and experimental studies of the working processes of the drive axles of KAMAZ vehicles are presented. Technical solutions and recommendations for maintaining rational operating temperatures of transmission oil, main gear parts and differential are proposed.

**Ключевые слова:** truck, drive axle, winter operation, air temperature, preheater, heat exchanger.

Эксплуатация грузовых автомобилей отечественного производства может осуществляться в достаточно широком диапазоне дорожных и природно-климатических условий [1]. При этом выполнение требований долговечности и безотказности узлов трансмиссии является необходимым условием обеспечения безопасности перевозок в зимнее время года, особенно в условиях Сибири и Крайнего Севера. Неблагоприятное влияние природно-климатических факторов следует принимать во внимание и в том случае, если транспортная работа производится в зоне умеренного континентального климата, так как диапазоны температур атмосферного воздуха здесь также весьма широки [2, 3].

Вопросы тепловой подготовки агрегатов и систем шасси грузовых автомобилей рассмотрены в ряде работ отечественных учёных. Наиболее детально изучены проблемы технического состояния двигателя при запуске и дальнейшей работе в условиях низких температур атмосферного воздуха [4-6].

Режимы работы узлов трансмиссий колёсных машин также были изучены в ходе дорожных испытаний и описаны в научных трудах [7-9]. В частности, в работе [8] установлено, что условия работы эксплуатации среднего и заднего ведущих мостов полноприводного автомобиля могут различаться в зависимости от степени подвижности холодного атмосферного воздуха.

Мероприятия тепловой подготовки грузового автомобиля при запуске двигателя и начале движения могут быть организованы с применением различных видов теплоносителей и способов нагрева [10]. Однако для подогрева не только двигателя, но и узлов трансмиссии необходимо применять специализированное оборудование и осуществить распределение тепловой или электрической энергии по соответствующим постам. Такие методы подготовки могут быть реализованы только на крупных автотранспортных предприятиях или автостоянках. Прогрев трансмиссии внешними средствами для одиночных автомобилей потребует значительных затрат времени и окажется более трудоёмким.

Кроме того, предварительный прогрев облегчает запуск двигателя и уменьшает потери в трансмиссии, но не гарантирует стабильного теплового состояния узлов при дальнейшей работе. Значительное охлаждение деталей и смазочных материалов может происходить как во время движения, например, при высокой подвижности холодного воздуха [8], так и на остановках, в том числе и при работе двигателя в холостом режиме.

Холодный старт узлов трансмиссии при крайних значениях температур атмосферного воздуха, допускаемых по инструкции [1], приводит к сокращению срока службы деталей вследствие ускоренного износа, а в некоторых случаях – к поломкам и отказу ведущих мостов. Опыт эксплуатации грузовых автомобилей КАМАЗ в ряде регионов Российской Федерации с умеренным и субарктическим климатом показывает, что при воздействии низких температур окружающей среды и заметной подвижности воздуха высока вероятность отказа узлов трансмиссии из-за выхода из строя деталей.

Как показали проведённые исследования, нагруженность узлов трансмиссии при низких температурах существенно возрастает. Это связано с рядом факторов, определяющих ход рабочих процессов.

Оценка нагруженности автомобильной трансмиссии и, в частности, ведущих мостов, должны производиться с применением методов системного анализа. Необходимо рассматривать естественно-техническую систему «трансмиссия – окружающая среда – опорная поверхность» и учитывать весомые связи между элементами такой системы, а также внутрисистемные и межсистемные связи.

В качестве примера межэлементных связей можно привести взаимодействие ходовой части и ведущих мостов автомобиля. При работе в условиях низких температур существенно изменяются свойства шин и подвески: ухудшаются эксплуатационные параметры упругого и гасящего элементов подвески, снижается упругость шин. В результате происходит возрастание интенсивности динамических и вибрационных нагрузок. Если

трансмиссионное масло и детали ведущего моста разогреты в достаточной степени, то нагрузки со стороны дороги не должны приводить к отказам. В том случае, когда возросшие динамические нагрузки воздействуют на детали, склонные к хладноломкости из-за сильного охлаждения и температурных градиентов, поломки более чем вероятны.

Изменение кинематической вязкости и плотности трансмиссионного масла при охлаждении приводит к дополнительным потерям на трение и снижению КПД ведущего моста. Кроме того, циркуляция загустевшего масла становится менее интенсивной и не обеспечивает узлы трения необходимым количеством смазки.

Охлаждение деталей приводит к изменению их размеров и соответствующих параметров сопряжений (зазоров, люфтов, натягов). Наиболее весомым является влияние рабочих температур на величину предварительного натяга подшипникового узла главной передачи, так как помимо деформации деталей происходит изменение осевой жёсткости подшипников и распорной втулки [11]. Как следствие, сокращается долговечность главной передачи.

Экстремально низкие температуры воздуха могут стать причиной хладноломкости и выхода из строя деталей ведущего моста. Необходимо учитывать, что таким отказам могут способствовать возникающие при эксплуатации градиенты температур, технологические отклонения при изготовлении деталей и сборке узлов.

Проведенные дорожные исследования рабочих процессов ведущих мостов автомобилей КАМАЗ подтверждают достоверность оценки нагрузочных факторов, данной выше [12]. На рис. 1а показан средний ведущий мост автомобиля КАМАЗ, проходящего дорожные испытания, на рис. 1б приведена термограмма среднего ведущего моста во время эксплуатации.



Рис. 1. Средний мост автомобиля КАМАЗ

Возникает необходимость поддержания рационального диапазона температур для трансмиссионного масла и деталей ведущего моста с применением бортовых систем подогрева. Как показывает опыт эксплуатации, нагрев деталей и смазочных материалов за счёт работы механического и



гидравлического трения в ряде ситуаций оказывается недостаточным и не обеспечивает нормального режима работы механизмов.

Возможны различные способы бортового подогрева, обеспечивающие рациональное тепловое состояние узлов трансмиссии. Известны методы поддержания необходимых рабочих температур с применением компактных теплоэлектронагревателей, размещаемых в картерах механизмов трансмиссии. К основным преимуществам таких конструкций можно отнести компактность, удобство регулирования мощности нагрева и уровня рабочей температуры. Однако работа такого теплоэлектронагревателя является весьма затратной, так как потребляемая мощность должна быть получена за счёт работы системы электрического питания автомобиля. В конечном итоге расход топлива на работу теплоэлектронагревателя может существенно превысить экономию топлива, получаемую за счёт снижения гидравлических потерь и сохранения достаточно высокого КПД. Кроме того, работа компактного нагревательного элемента, размещённого в картере узла, может привести к неравномерному распределению тепла по объёму и возникновению местных напряжений в деталях. Влияние трансмиссионного масла, выравнивающего перепады температур при циркуляции, может оказаться недостаточным.

Более эффективным представляется метод подогрева отработанными газами двигателя, так как в этом случае достигается существенная экономия энергии благодаря эффекту рекуперации. Так, в патенте [13] предложен подогрев картера коробки передач отработанными газами. Аналогичный принцип подогрева используется в устройстве для тепловой подготовки агрегатов, предложенном в патенте [14]. Недостатком таких устройств является сложность регулирования теплового потока, который из-за высоких температур отработанных газов может стать причиной избыточного нагрева моста.

Известны конструкции устройств, в которых теплоносителем являются не отработанные газы, а нагреваемая ими жидкость [15, 16]. При таком варианте исключена возможность перегрева, однако добиться рационального значения температуры также достаточно сложно, так как рабочая жидкость может быть нагрета до температур не более 100-120 °С. Кроме того, такая конструкция является более сложной и дорогостоящей, так как требует больших затрат на изготовление герметичных элементов системы циркуляции теплоносителя. Недостаток жидкостной системы заключается ещё и в том, что она требует больше времени для достижения рабочих температур.

Таким образом, известные ранее устройства обладают рядом существенных недостатков, что не позволяет обеспечить высокую эффективность теплообмена и поддержания рациональных рабочих режимов ведущего моста. Конструкции, обеспечивающие подвод теплоносителей непосредственно к картеру ведущего моста, представляются несовершенными или недостаточно проработанными. При использовании наиболее эффективного теплоносителя (отработанных газов) не устраняется возможность перегрева масла и деталей моста из-за высокой начальной температуры.

По результатам проведённых исследований авторами была разработана конструкция устройства подогрева ведущих мостов грузового автомобиля, новизна которого подтверждена патентом на полезную модель [17]. Преимуществом предложенной конструкции можно считать использование отработанных газов в качестве теплоносителя. При этом вероятность перегрева трансмиссионного масла и деталей существенно снижается благодаря применению герметичных теплообменников, охватывающих центральную часть моста. Предусмотренное в конструкции направленное движение потоков отработанных газов позволяет повысить равномерность подогрева деталей.

Поддержание рациональных значений рабочих температур механизмов ведущего моста за счёт подогрева отработанными газами позволяет снизить расход топлива благодаря меньшим механическим и гидравлическим потерям, обеспечить оптимальный режим смазки деталей, исключить вероятность отклонения предварительного натяга подшипников от рекомендуемых значений из-за охлаждения деталей, не допустить поломок деталей вследствие явления хладноломкости.

В дальнейшем предполагается выполнить следующие задачи научного исследования: проведение экспериментальных исследований грузовых автомобилей, оборудованных устройствами подогрева ведущих мостов, теоретическое исследование динамики тепловых процессов ведущего моста, выработка рекомендаций по практическому применению бортовых систем подогрева узлов трансмиссии.

### Список литературы

1. КАМАЗ 5360, 5460, 6460, 6520. Руководство по эксплуатации / Сост. Нешумова Т.Н. Под общ. ред. Васина В.В. Набережные Челны, ОАО «КАМАЗ», 2003.
2. География Россиию - URL: <https://geographyofrussia.com/minimalnaya-temperatura-vozduxa/> (дата обращения 12.09.2022 г.). - Текст : электронный.
3. Погода и климат. - URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php> (дата обращения 14.09.2022 г.). - Текст : электронный.
4. Калимуллин, Р.Ф. Эффективность предпускового подогрева автомобильного двигателя / Р.Ф. Калимуллин. // Вестник Сибирской автомобильно-дорожной академии. 2015. № 1. С. 11–17.
5. Тюлькин, В.А. Исследование изменения температурного режима двигателей автомобилей / В.А. Тюлькин. // Проблемы адаптации техники к суровым условиям: Доклады междунар. науч.-практ. конф. Тюмень: ТюмГНГУ, 1999. С. 241-243.
6. Резник, Л.Г. Адаптация автомобилей к суровым климатическим условиям./ Л.Г. Резник. Тюмень: Тюменский государственный университет, 1978. - 71 с.
7. Семенов, Н.В. Эксплуатация автомобилей в условиях низких температур. / Н.В. Семенов. Москва: Транспорт, 1993. – 190 с.

8. Платонов, В.Ф. Полноприводные автомобили. – 2-е изд. перераб. и доп. / В.Ф. Платонов. Москва: Машиностроение, 1989. – 312 с.
9. Антонец, Д.А. Надежность подшипников качения трансмиссий и ходовых частей тракторов в зонах холодного климата / Д.А. Антонец. // Вестник ИрГСХА. 2011. № 45. С. 75-78.
10. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. / Кузнецов Е.С., Болдин А.П., Власов В.М. и др. Под ред. Е.С. Кузнецова. 4-е изд. Москва: Наука, 2001. – 535 с.
11. Барыкин, А.Ю. Оценка надёжности деталей ведущего моста автомобиля в условиях низких температур / А.Ю. Барыкин, В.В. Лянденбургский, Р.Х. Тахавиев, А.Д. Самигуллин. // Мир транспорта и технологических машин, 2022. № 1 (76). С. 17-23.
12. Барыкин, А.Ю. Методика оценки температурного состояния узлов трансмиссии автомобиля КАМАЗ в зимних условиях эксплуатации / А.Ю. Барыкин, Р.Х. Тахавиев. // Проблемы функционирования систем транспорта: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (22-23 декабря 2017 г.): в 2-х т. / отв. ред. А.В. Медведев. Тюмень: ТИУ, 2018. С. 30-34.
13. Патент 74605 Российская Федерация, МПК В60К 17/00. Трансмиссия транспортного средства. Долгушин А.А., Черкасов А.Б. - 2007148298/22, заявл. 24.12.2007; опубл. 10.07.2008, бюл. № 19.
14. Патент 2480617 Российская Федерация, МПК F02N 19/02, В60Н 1/00. Устройство для тепловой подготовки агрегатов автомобилей. Габитов И.И., Неговора А.В., Разяпов М.М., Гусев Д.А. – 2011114915/11, заявл. 15.04.2011; опубл. 27.04.2013, бюл. № 12.
15. Патент 119086 Российская Федерация, МПК F28D 15/00. Система подогрева механической трансмиссии и подвески транспортного средства. Долгушин А.А., Курносков А.Ф., Шведов С.П. - 2012101908/11, заявл. 19.01.2012; опубл. 10.08.2012, бюл. № 22.
16. Патент 130058 Российская Федерация, МПК F28D 15/00. Система обеспечения теплового режима редукторов механической трансмиссии транспортного средства. Долгушин А.А., Курносков А.Ф. - 2013109900/11, заявл. 05.03.2013; опубл. 10.07.2013, бюл. № 19.
17. Патент 212146 Российская Федерация, МПК F01M 5/02, F28D 15/00. Устройство подогрева масла в ведущих мостах грузового автомобиля. Кулаков А.Т., Нуретдинов Д.И., Барыкин А.Ю., Курдин П.Г., Тахавиев Р.Х., Галиев Р.М. - 2022102027/12, заявл. 28.01.2022; опубл. 08.07.2022, бюл. № 19.

УДК 656.135.073.436

## ПЕРЕВОЗКА ОПАСНЫХ ГРУЗОВ ПО ИЗЪЯТИЯМ ДОПОГ

А.И. Валекжанин

*Алтайский государственный технический университет*

*им. И.И. Ползунова*

**Аннотация.** В статье изложены особенности перевозки опасных грузов по изъятию ДОПОГ, связанному с максимальным количеством опасных грузов на одной транспортной единице. Определено количество некоторых опасных грузов, которое можно перевозить по упрощенным требованиям ДОПОГ.

**Ключевые слова:** опасный груз, изъятия ДОПОГ, транспортная категория, удостоверение ДОПОГ, надлежащее отгрузочное наименование, бензин моторный, топливо дизельное.

## TRANSPORTATION OF DANGEROUS GOODS UNDER ADR EXCEPTIONS

A.I. Valekzhanin

*Altai State Technical University I.I. Polzunova*

**Annotation.** The article describes the features of the transportation of dangerous goods for the withdrawal of ADR, associated with the maximum number of dangerous goods in one transport unit. The amount of certain dangerous goods that can be transported under the simplified requirements of ADR has been determined.

**Key words:** dangerous goods, ADR exemptions, transport category, ADR certificate, proper shipping name, motor gasoline, diesel fuel.

### Введение

Из всего объема грузовых перевозок в отдельные группы выделены перевозки тяжеловесных и крупногабаритных, скоропортящихся и опасных грузов. Наиболее сложными с точки зрения организации является перевозка опасных грузов, которая сопровождается возможными дополнительными рисками, причиной которых могут быть свойства перевозимых грузов и которые в процессе транспортировки могут привести к гибели или травмированию людей, пожару, взрыву, заражению местности и другим тяжелым последствиям.

В России всеми видами транспорта перевозится примерно 800 млн. т. опасных грузов, в том числе автомобильным транспортом – свыше 500 млн. т.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2011 г. №272 [1], перевозки опасных грузов по территории России должны выполняться в соответствии с требованиями, приведенными в приложениях А и В Европейского соглашения о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ) [2]. В приложениях ДОПОГ содержатся требования к обучению персонала, занятого в обеспечении перевозок, требования к транспортным средствам, маркировке опасных грузов и транспортных средств и другие требования, направленные на обеспечение безопасности перевозки и сохранности опасных грузов. Также в ДОПОГ содержатся ряд изъятий (освобождений) по которым опасные грузы могут перевозиться как неопасные

или освобождаться от ряда требований, без снижения уровня сохранности и безопасности перевозки опасных грузов.

Одним из изъятий ДОПОГ является перевозка опасных грузов в количествах, не превышающих максимально допустимое количество опасного груза на транспортной единице. При использовании данного изъятия не требуется обучение водителя, задействованного при перевозке опасного груза и наличия у него удостоверения ДОПОГ.

### **Методика определения максимального количества опасного груза на одной транспортной единице**

Все существующие опасные грузы в приложении А ДОПОГ классифицированы по их опасным свойствам и разделены на пять транспортных категорий. В соответствии с изъятием ДОПОГ максимальное общее количество опасных грузов, в зависимости от транспортной категории опасного груза, не должно превышать следующих значений:

- транспортная категория 0 – ноль;
- транспортная категория 1 – 20;
- транспортная категория 2 – 333;
- транспортная категория 3 – 1000;
- транспортная категория 4 – без ограничений.

Под максимальным общим количеством опасного груза понимают:

- для изделий, содержащих опасное вещество – массу изделия в кг, а для изделий, содержащих взрывчатые вещества – массу этих веществ в изделии;
- для твердых веществ, сжиженных, охлажденных сжиженных и растворенных газов – массу этих веществ, без учета массы упаковки и средств удерживания опасного груза;
- для опасных грузов, находящихся при нормальных условиях в жидком состоянии – количество опасного груза в литрах;
- для сжатых и адсорбированных газов – номинальную вместимость сосуда в литрах.

В качестве примера определим максимальное количество жидкого кислорода, которое можно перевозить по упрощенным требованиям, в частности не требуется обучение водителя по программе ДОПОГ, не надо получать разрешение владельцев дорог на проезд по ним транспортных средств, перевозящих опасные грузы.

Потребность в медицинском кислороде в условиях пандемии возросла многократно. По сведениям министерства здравоохранения, Алтайского края, суточная потребность медучреждений края, оказывающих медпомощь больным коронавирусом в период пандемии составляла 52 тонны или 1040 пятидесятилитровых баллонов. Для перевозки кислорода по требованиям изъятия определим максимальное количество жидкого кислорода на транспортной единице по следующему алгоритму:

- Используя справочную таблицу В с алфавитным указателем опасных грузов, найдем в таблице А приложения ДОПОГ строку с номером ООН 1073, в которой приведена информация о КИСЛОРОДЕ ОХЛАЖДЕННОМ, ЖИДКИМ.

В ячейке таблицы на пересечении строки с номером ООН 1073 и колонки №15 таблицы А указана транспортная категория 3. То есть по упрощенным условиям может быть перевезено 1000 литров медицинского кислорода, что составляет 20 пятидесятилитровых баллонов.

При отсутствии в транспортной организации водителей, имеющих удостоверение ДОПОГ и суточной потребности в кислороде более 20 баллонов, можно выполнить несколько ездов или задействовать для перевозки несколько транспортных средств.

В таблице 1 приведены опасные грузы, часто перевозимые автомобильным транспортом, и для них приведены результаты определения количества опасного груза на транспортной единице, которое может быть перевезено по упрощенным требованиям ДОПОГ.

Таблица 1

Количество опасных грузов, которые можно перевозить по упрощенным требованиям ДОПОГ

Надлежащее отгрузочное наименование опасного груза	Транспортная категория	Количество опасного груза на транспортной единице
КИСЛОРОД СЖАТЫЙ	3	1000 л
ПРОПАН	2	333 л
ВОДОРОД СЖАТЫЙ	2	333 л
БЕНЗИН МОТОРНЫЙ	2	333 л
ТОПЛИВО ДИЗЕЛЬНОЕ	3	1000 л
ПОРОХ БЕЗДЫМНЫЙ	1	20 кг
СРЕДСТВА ПИРОТЕХНИЧЕСКИЕ	4	Без ограничений
КАЛЬЦИЯ КАРБИД	2	333 кг
КАЛИЯ ПЕРМАНГНАТ	2	333 кг

При перевозке на одной транспортной единице несколько опасных грузов, относящихся к разным транспортным категориям, должно выполняться условие, при котором сумма количества опасного груза транспортной категории 1, умноженного на 50, плюс количество опасного груза транспортной категории 2, умноженного на 3, плюс количество опасного груза транспортной категории 3, не должно превышать 1000.

В таблице 2 приведено 3 группы опасных грузов, подлежащих перевозке. Необходимо определить возможность их перевозки на одной транспортной единице по упрощенным условиям ДОПОГ.

Первая группа опасных грузов: кислород –  $5 \cdot 50 = 250$ ; пропан –  $4 \cdot 50 \cdot 3 = 600$ ; пиротехнические средства не учитываются, потому что относятся к четвертой транспортной категории.

$\Sigma = 250 + 600 = 850 < 1000$ , перевозка по упрощенным требованиям разрешена.

Вторая группа опасных грузов: перманганат калия (марганцовка) –  $20 \cdot 3 = 60$ ; бездымный порох –  $4 \cdot 5 \cdot 50 = 1000$ .

## Группы опасных грузов, подлежащих перевозке

Надлежащее отгрузочное наименование опасного груза	Транспортная категория	Количество опасного груза, подлежащее перевозке
1 КИСЛОРОД СЖАТЫЙ	3	5 пятидесятилитровых баллонов
2 ПРОПАН	2	4 пятидесятилитровых баллона
3. СРЕДСТВА ПИРОТЕХНИЧЕСКИЕ	4	5 двадцатикилограммовых коробок
1 КАЛИЯ ПЕРМАНГАНАТ	2	1 двадцатикилограммовая коробка
2 ПОРОХ БЕЗДЫМНЫЙ	1	4 пятикилограммовые коробки
1 БЕНЗИН МОТОРНЫЙ	2	1 столитровая бочка
2 ТОПЛИВО ДИЗЕЛЬНОЕ	3	2 двухсотлитровые бочки

$\Sigma=60+1000=1060>1000$ , перевозка по упрощенным требованиям запрещена.

Третья группа: бензин –  $100*1*3=300$ ; дизельное топливо –  $2*200=400$ .

$\Sigma=300+400=700<1000$ , перевозка по упрощенным требованиям разрешена.

### Заключение

В ДОПОГ, кроме рассмотренного выше изъятия, разрешающего при определенных условиях, перевозку опасных грузов по упрощенным требованиям, есть изъятия, по которым положения ДОПОГ к перевозкам опасных грузов не применяются.

Таким образом, большой объем опасных грузов может перевозиться транспортом общего пользования либо по упрощенным требованиям ДОПОГ, либо без учета требований ДОПОГ.

### Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2011 г. №272 <https://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-15042011-n-272> - (дата обращения: 20.10.2022). - Текст : электронный.

2. Соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов. <https://nordex-logistics.ru/blog/scachat-dorog2021-2022> - (дата обращения: 20.10.2022). - Текст : электронный.

УДК 629.3.06

## КОЛЕСНАЯ ЛЕБЕДКА ДЛЯ САМОВЫТАСКИВАНИЯ ЗАСТРЯВШЕГО АВТОМОБИЛЯ ГАЗ-31029

В.В. Гриценко, Ф.А. Архипов, М.А. Петров

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** В статье описывается техническое решение по разработке вспомогательного оборудования средства транспорта – колесной лебедки для самовытаскивания застрявшего автомобиля ГАЗ - 31029. Выполнен информационный обзор аналогов. Представлены этапы проектирования конструкции.

**Ключевые слова:** колесная лебедка, самовытаскиватель, электронная трехмерная модель, полномасштабная физическая модель, аддитивные технологии, опытный монтаж физической модели.

## WHEEL WINCH FOR SELF-PULLING OF A STUCK CAR GAZ-31029

V.V. Gritsenko, F.A. Arhipov, M.A. Petrov

*Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of FGBOU VO «№Altai State Technical University named after I.I. Polzunov»*

**Annotation.** The article describes a technical solution for the development of auxiliary equipment of a means of transport - a wheeled winch for self-pulling a stuck GAZ - 31029 car. An information review of analogues has been completed. The stages of designing a structure are presented.

**Keywords:** wheel winch, self-puller, electronic 3D model, full-scale physical model, additive technologies, experimental assembly of the physical model.

**Введение.** Не секрет, что многим любителям охоты и рыбалки, в поисках добычи, очень часто приходится передвигаться на своих автомобилях по пересеченной местности, в условиях бездорожья и значительной удаленности от оживленных автомобильных трасс и населенных пунктов. Не редко такие путешествия заканчиваются тем, что автомобиль безнадежно застревает в грязи, песке или снеге и без посторонней помощи разблокировать его практически не возможно. Поэтому многие автомобилисты хотя бы раз задумывались над установкой лебедки на свой автомобиль. Оно и понятно, это полезное приспособление поможет вытащить машину откуда угодно. Однако, установить лебедку не так просто. Мало того, что ее стоимость весьма прилична, так лебедка еще и требует специального места под установку, которое обычно предусмотрено на силовом бампере. То есть, владельцам внедорожников придется потратиться еще и на силовой бампер, а установка такого бампера на автомобиль, например, типа «седан» вообще не возможна.

Указанные обстоятельства предопределили появление большого количества разработок приспособлений (как самодельных, так и промышленных) для разблокировки застрявшего автомобиля собственными силами. Рассмотрим некоторые из них.



Авторами многих публикаций в сети Internet предлагаются различные технические решения данной проблемы. Это и конструкции троса типа нейлоновой лестницы [1], который одной стороной крепится на буксующее колесо, другой – на неподвижный предмет, способный выдержать вес машины. Колесо вращается – трос на него наматывается. Постепенно машина сама себя подтягивает к «якорю» (см. рис.1).



Рис. 1 – Нейлоновый самовытаскиватель

Это и нескользящие коврики из пластика, и резиновые коврики, армированные сталью [1], (см. рис. 2 и 3).



Рис. 2 – Пластиковый гофрированный коврик



Рис. 3 – Резиновый коврик, армированный сталью

В источнике [2] автором предлагается самодельная конструкция самовытаскивателя, изготовленного из мотороллерного колесного диска (см. рис. 4).



Рис. 4 – Самовытаскиватель из мотороллерного колесного диска

В статье [3] авторами предлагается несколько способов вытаскивания автомобиля из грязи своими силами, используя лишь подручные материалы или вовсе без них, это:

- 1) Раскачивание автомобиля;
- 2) Выезд из колеи с помощью домкрата;
- 3) Доска или палка на колесе (дополнительные грунтозацепы);
- 4) Трос и мускульная сила (простейшие блоки из веревок);
- 5) Архимедов винт (простейшая лебедка из троса и лома/ лопаты).

В источнике [4] авторами описываются различные схемы применения полиспаств для вытаскивания и самовытаскивания застрявшего автомобиля, но тут хочется отметить определенную проблематичность их применения, так как полиспаств представляет собой довольно сложную систему, состоящую из троса и блоков, и не каждый автомобилист согласится возить его в багажнике своего автомобиля. Кроме того, в качестве тягового механизма авторами данной статьи предлагается использовать все ту же лебедку.

Несколько вариантов конструкций самовытаскивателя типа колесной лебедки для автомобиля УАЗ представлено в источнике [5] (см. рис. 5).



Рис. 5 – Варианты самовытаскивателя для автомобиля УАЗ

Автором описан принцип работы приспособления, отмечены его достоинства и недостатки, даны рекомендации по применению.

Целью нашей работы также являлась разработка конструкции подобного приспособления, но для автомобиля ГАЗ – 31029 «Волга». Для достижения данной цели было необходимо решить следующие задачи:

- 1) в результате анализа информации о подобных устройствах утвердить комплект характеристик, которым должна обладать проектируемая конструкция;
- 2) определить исходные присоединительные размеры деталей колеса автомобиля, сопрягаемых с проектируемым изделием;
- 3) разработать электронную трехмерную модель самовытаскивателя;
- 4) разработать рабочий сборочный чертеж самовытаскивателя, а также рабочие чертежи деталей, входящих в его конструкцию;
- 5) используя аддитивные технологии изготовить полномасштабную физическую модель самовытаскивателя;
- 6) для проверки правильности выбора геометрических параметров разрабатываемой конструкции выполнить опытный монтаж физической модели самовытаскивателя на колесо автомобиля;
- 7) при необходимости (в случае обнаружения недостатков при решении шестой задачи) выполнить корректировки сборочного чертежа и чертежей детали.

**Методика проектирования конструкции.** На первом этапе проектирования колесного самовытаскивателя, на основании изучения априорной информации о подобных конструкциях, были обозначены характеристики, которыми он должен обладать, такие как:

- 1) простота конструкции;
- 2) небольшие габаритные размеры;
- 3) малая материалоемкость;
- 4) высокая надежность;
- 5) удобство в эксплуатации;
- 6) невысокая стоимость изготовления.

На втором этапе был произведен обмер размеров присоединительных поверхностей колеса и ступицы автомобиля.

Пользуясь информацией, полученной при проведении первого и второго этапов, на третьем этапе проектирования в системе «КОМПАС-3D V16» была разработана электронная трехмерная модель самовытаскивателя (см. рис. 6).

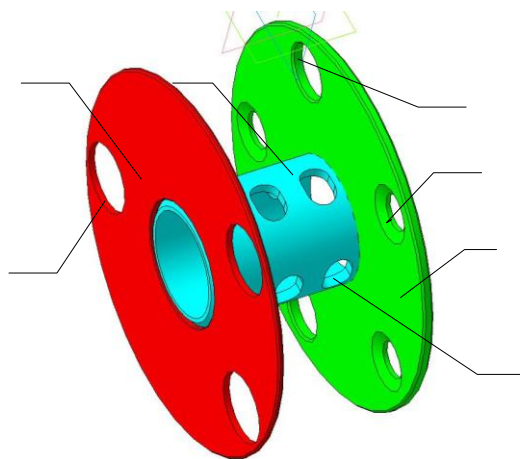


Рис. 6 – Трехмерная модель самовытаскивателя

Конструкция самовытаскивателя состоит из трех деталей: основания (поз. 1), барабана (поз. 2) и диска (поз. 3), скрепленных между собой с помощью сварки.

В основании 1 выполнены три конических крепежных отверстия (поз. 4), а также два цилиндрических ориентирующих отверстия (поз. 5).

Барабан 2 имеет 8 радиальных фасолеобразных отверстий (поз.6), выполненных с окружным шагом в  $90^\circ$ , предназначенных для зацепа крюка или карабина буксировочного троса.

Диск 1 имеет три цилиндрических сквозных отверстия (поз. 7), расположенных соосно с крепежными отверстиями 4, предназначенными для доступа колесного ключа к гайкам, крепящим колесо к ступице.

На четвертом этапе проектирования был разработан рабочий сборочный чертеж самовытаскивателя (см. рис. 7), а также рабочие чертежи деталей, входящих в этот узел.

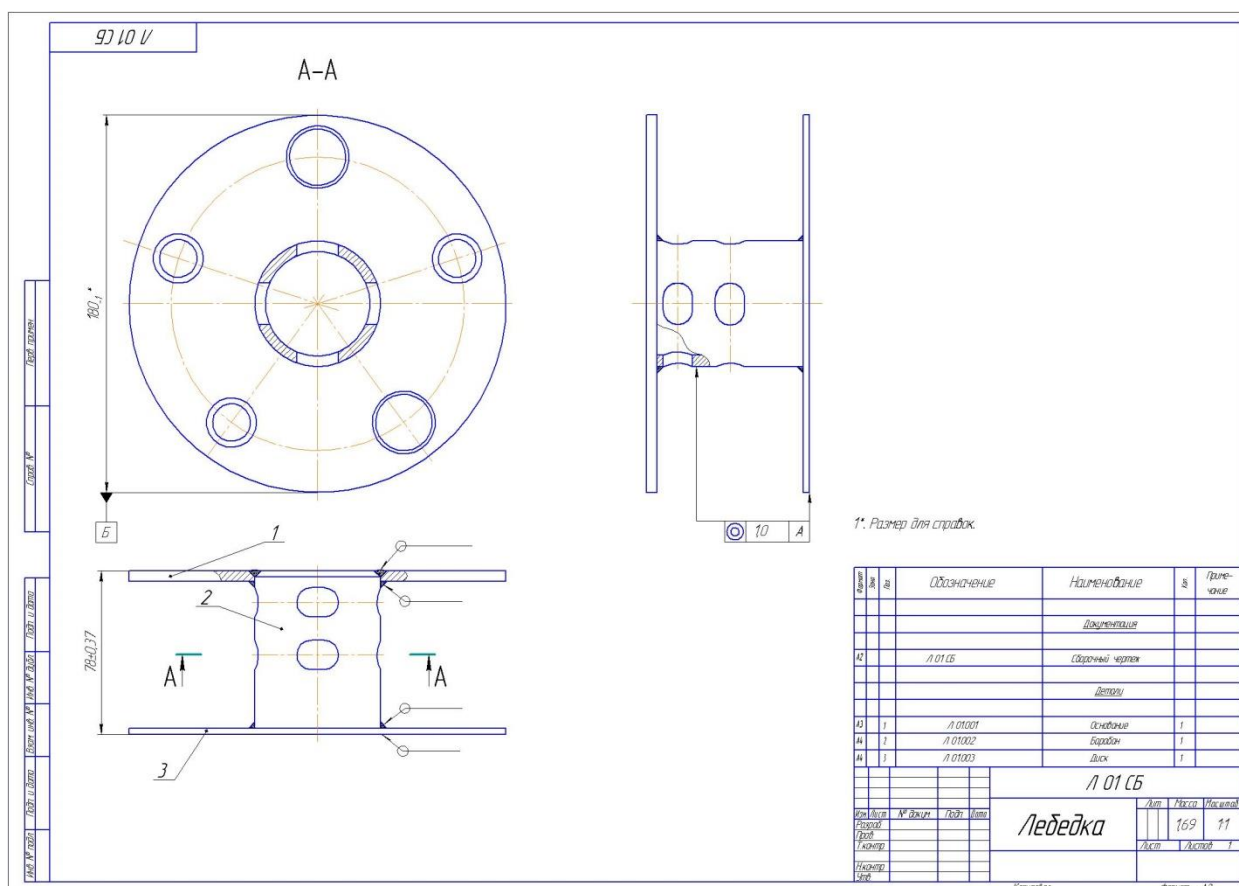


Рис. 7 – Сборочный чертеж самовытаскивателя

На пятом этапе, с помощью экструзионного 3D принтера была напечатана полномасштабная физическая модель самовытаскивателя.

Шестой этап проектирования заключался в опытном монтаже физической модели самовытаскивателя на колесо автомобиля (см. рис. 8).



Рис. 8 – Монтаж масштабной модели самовытаскивателя

Для монтажа самовытаскивателя необходимо полностью отвернуть и снять три гайки (рис. 8, поз. 1, 2, 3), крепящие колесо к ступице. Затем, установить самовытаскиватель основанием (рис. 6, поз. 1) на диск колеса таким образом, чтобы оставшиеся не отвинченные две гайки вошли в два цилиндрических

ориентирующих отверстия (рис. 6, поз. 5), а три конических крепежных отверстия (рис. 6, поз. 4) наделись на три освобожденные от гаек шпильки. Далее следует накрутить («наживулить») на эти шпильки ранее снятые гайки и с помощью гаечного колесного ключа через отверстия (рис. 6, поз. 7) в диске (рис. 6, поз. 3) равномерно затянуть гайки. Приспособление для самовытаскивания автомобиля установлено.

Далее следует зацепить один крюк (или карабин) буксировочного троса за одно из отверстий (рис. 6, поз. 6) в барабане (рис. 6, поз. 2), например, как показано на рис. 9, а второй конец троса – за неподвижный предмет (якорь), способный выдержать вес машины. После этого, колесная лебедка – самовытаскиватель готова к применению.



Рис. 9 – Способ крепления буксировочного троса

Но в ходе выполнения шестого этапа проектирования был выявлен определенный недостаток конструкции самовытаскивателя, а именно слишком близкое расположение фасолеобразного отверстия для зацепа крюка буксировочного троса вдоль оси колеса к ступице колеса. В результате, даже при некотором отклонении направления натяжения троса наружу от направления продольной оси автомобиля, трос прикасается к торцевой части колеса (см. рис. 10). В результате чего при вращении колеса трос будет тереться по его торцевой части, что очень нежелательно, так как может привести к разрыву троса, а также может повредить поверхность покрышки колеса.

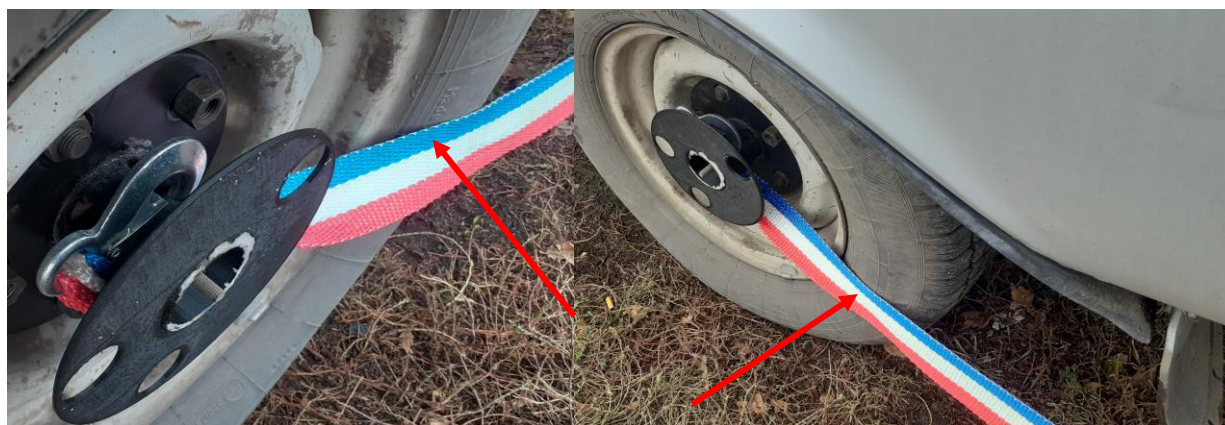


Рис. 10 – Вредный контакт троса с колесом

По итогам проведения шестого этапа проектирования было принято решение о проведении седьмого этапа, на котором была произведена корректировка исходной конструкции самовытаскивателя, а именно увеличена на 60 мм длина барабана, удалены четыре из восьми фаселевидных отверстий для зацепа крюка буксировочного троса (рис. 6, поз. 6), а оставшиеся четыре перенесены на 38 мм вдоль оси барабана от основания (рис. 6, поз. 1). Переработаны рабочий сборочный чертеж лебедки (см. рис. 11) и рабочий чертеж детали «Барабан».

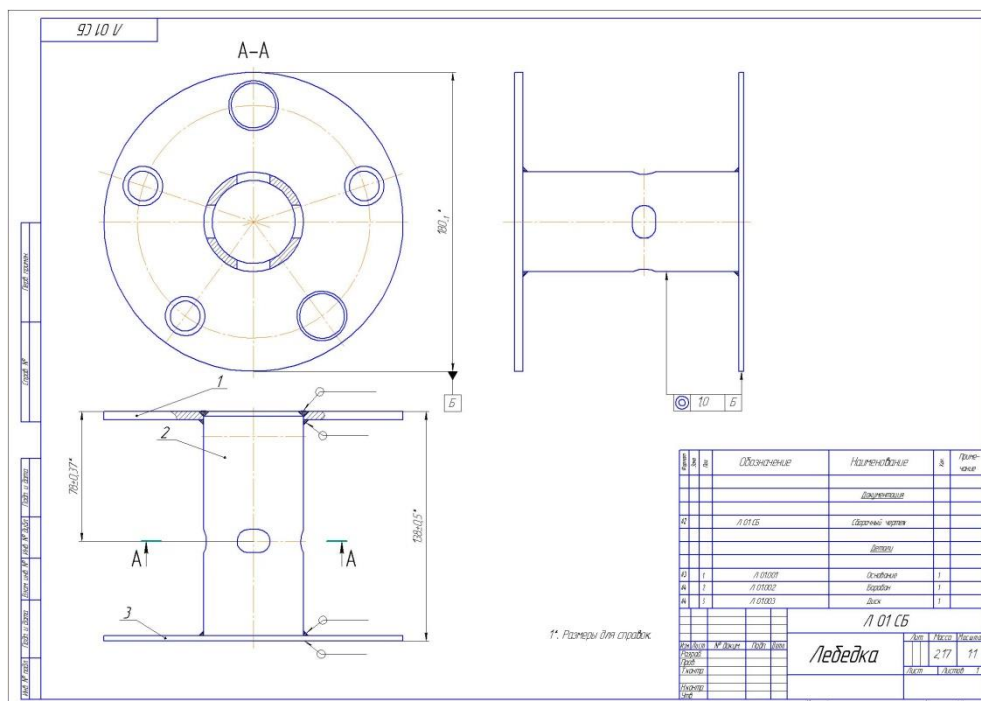


Рис. 11 – Скорректированный сборочный чертеж самовытаскивателя

**Обсуждение результатов.** В ходе выполнения этапов проектирования была разработана конструкция колесной лебедки – самовытаскивателя, состоящая всего из трех деталей (основания, барабана и диска), диаметром 180 мм и высотой 138 мм. Все детали выполняются из низкоуглеродистой конструкционной стали, имеют довольно низкую сложность изготовления, скреплены между собой с помощью сварки. Масса конструкции (после корректировки) составляет 2,17 кг. Самовытаскиватель надежно соосно крепится к ступице колеса автомобиля через конические отверстия в основании тремя штатными коническими гайками. Его монтаж и демонтаж не представляет каких – либо затруднений. Малая материалоемкость, рациональный выбор материала деталей, низкая трудоемкость их изготовления и изготовления конструкции в целом определяют ее невысокую стоимость.

**Заключение.** Подводя итог можно сказать, что разработанная конструкция колесной лебедки – самовытаскивателя обладает всеми характеристиками, определенными на первом этапе проектирования, а значит поставленные задачи решены и цель работы достигнута.

### Список литературы

1. 7 китайских способов вылезти из грязи. Журнал «За рулем». - URL: [https://www.zr.ru/content/articles/928742-vylezti-iz-gryazi-\(7-kitajskikh/](https://www.zr.ru/content/articles/928742-vylezti-iz-gryazi-(7-kitajskikh/) (дата обращения: 17.11.2022). - Текст : электронный.
2. Крутое приспособление!!! Самовытаскиватель из обычного диска...!!! - URL: <https://yandex.ru/video/preview/13608363881625328949> (дата обращения: 17.11.2022). - Текст : электронный.
3. Приспособления для вытаскивания машины из грязи. - URL: <https://avtotop.info/prisposoblenija-dlja-vytaskivanija-mashiny-iz/> (дата обращения: 17.11.2022). - Текст : электронный.
4. Применение полиспастов для вытаскивания и самовытаскивания застрявшего автомобиля. - URL: <https://www.drive2.ru/l/8900504/> (дата обращения: 17.11.2022). - Текст : электронный.
5. Самовытаскиватель – бюджетный вариант лебедки. - URL: <https://offroadrest.ru/samovytaskivatel/> (дата обращения: 17.11.2022). - Текст : электронный.

### УДК 629.3

#### МАЛОГАБАРИТНОЕ ГУСЕНИЧНОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО

И.В. Курсов, Э.С. Маршалов

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация:** В статье представлены технические решения по повышению плавности хода малогабаритного гусеничного транспортного средства, оснащенного колесно-гусеничным двигателем.

**Ключевые слова:** малогабаритное гусеничное транспортное средство, подвеска.

#### SMALL-SIZED TRACKED TRANSPORT VEHICLE

I.V. Kursov, E.S. Marshalov

*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the Altai State Technical University named after I.I. Polzunov*

**Abstract:** The article presents technical solutions to improve the smoothness of a small tracked vehicle equipped with a wheeled crawler.

**Keywords:** small-sized tracked vehicle, suspension.

На протяжении ряда последних десятилетий несколькими поколениями студентов и преподавателей Рубцовского индустриального института непрерывно ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию различных видов малогабаритной техники [1,2,3,4,5,6]. В настоящее время в рамках данного направления активно ведутся разработки малогабаритного гусеничного транспортного средства (МГТС), оснащенного колесно-гусеничным двигателем. Применение в конструкции МГТС этого двигателя, включающего ленточные гусеницы и автомобильные



пневматические колеса, приводит к проблеме, связанной с созданием простой и надежной системы подвески машины. В связи с этим, многие производители подобной техники вообще отказываются от подвески. В статье предлагаются оригинальные технические решения проблемы оснащения МГТС с колесно-гусеничным движителем системой подвески [5].

На рисунке 1 представлен вид сбоку на разработанное малогабаритное гусеничное транспортное средство; на рисунке 2 - вид спереди (передняя ветвь гусениц условно не показана); на рисунке 3 - вид сверху на гусеничную тележку МГТС (верхняя ветвь гусеницы условно не показана).

Малогабаритное гусеничное транспортное средство выполнено в виде корпуса 1, в передней части подрессоренного относительно двух гусеничных тележек 2 с помощью подвески, включающей упругий элемент 3 выполненный в виде перевернутой полуэллиптической рессоры и направляющие устройства в виде системы поперечных рычагов 4 и 5. Гусеничная тележка 2 содержит раму 6, с установленными на ней пневматическими колесами 7 автомобильного типа. Ведущее колесо 8 установлено на корпусе 1. Колеса 7 и 8 охватывает гусеница 9. Рама 6 тележки 2 в передней части связана с корпусом 1 направляющими устройствами подвески в виде шарнирно закрепленных своими концами относительно рамы 6 и корпуса 1 поперечных рычагов 4 и 5.

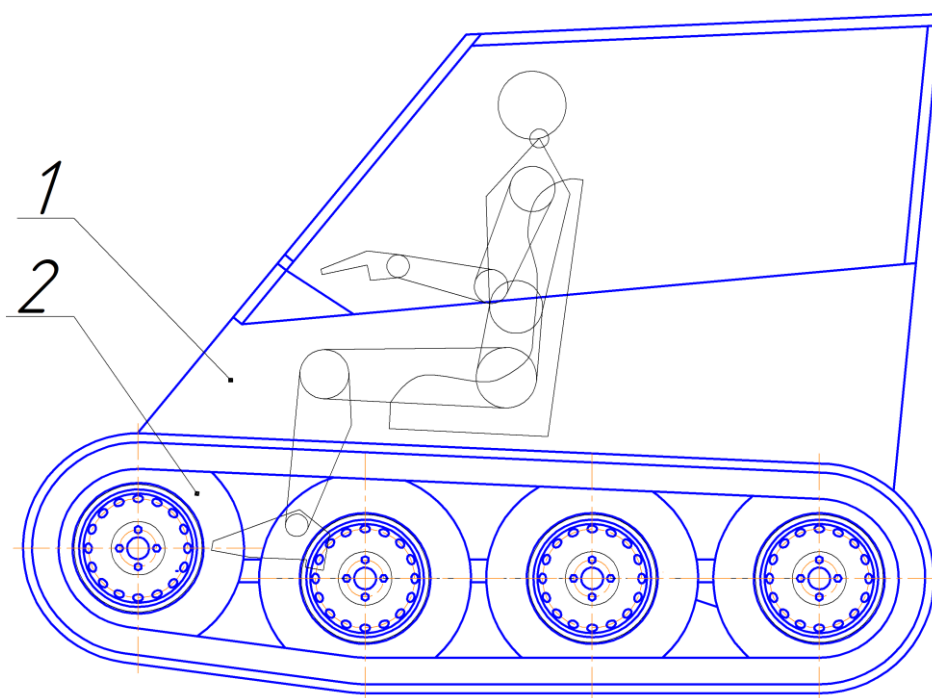


Рисунок 1 – Малогабаритное гусеничное транспортное средство. Вид сбоку.

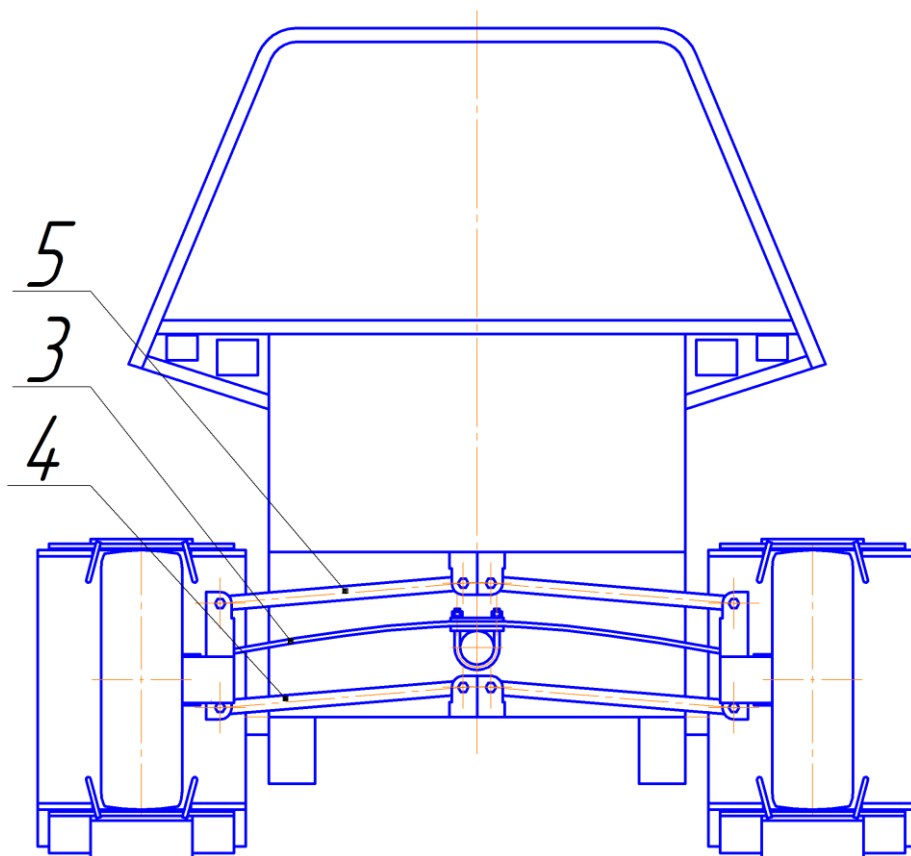


Рисунок 2 - Малогабаритное гусеничное транспортное средство. Вид спереди (передняя ветвь гусениц условно не показана).

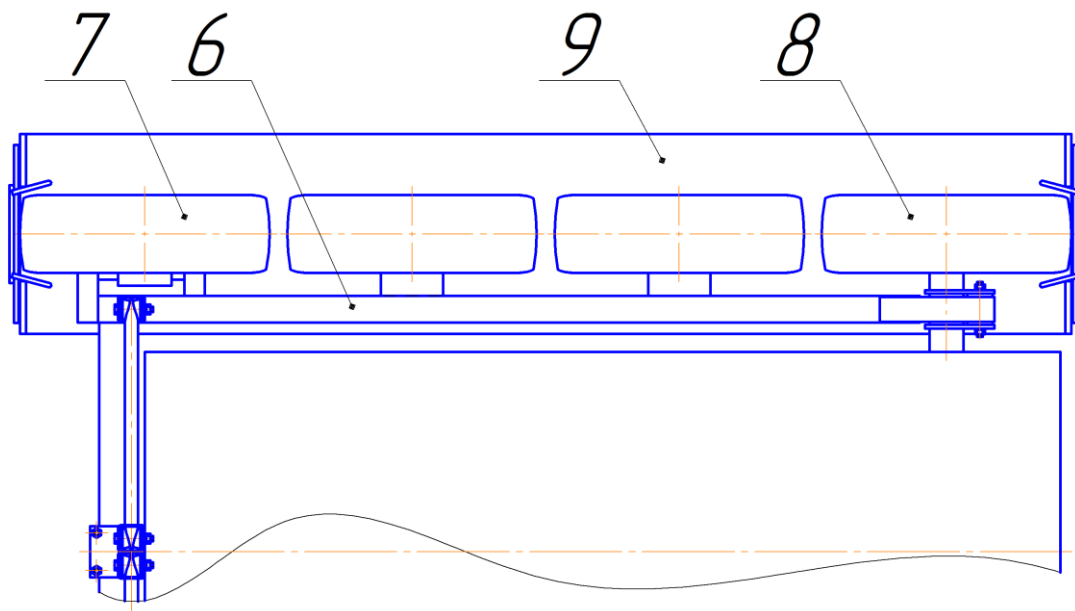


Рисунок 3 - Малогабаритное гусеничное транспортное средство. Вид сверху на гусеничную тележку.

В задней части рама 6 тележки 2 шарнирно соединена с корпусом 1. Выполненный в виде перевернутой полуэллиптической рессоры упругий

элемент 3, шарнирно закреплен относительно корпуса, и своими концами опирается на рамы 6 гусеничных тележек 2. Ведущие пневматические колеса 8, связаны с установленными в корпусе 1 основными агрегатами силовой передачи.

Предложенные технические решения реализуются следующим образом. При движении МГТС пневматические колеса 7 гусеничной тележки 2 и ведущее колесо 8 передают часть его веса на опорное основание. Ведущие пневматические колеса 8 гусеничных тележек 2 передают движение гусеницам посредством сил трения, а передние пневматические колеса 7 направляют движение гусениц при их перематывании.

Движущие и тормозные силы от гусеничных тележек 2 передаются корпусу 1 посредством шарниров рам 6 гусеничных тележек 2. Вес от корпуса 1 к гусеничным тележкам 2 передается с помощью упругого элемента 3 и шарниров рам 6 тележек 2.

При движении МГТС по неровной опорной поверхности поперечные рычаги 4 и 5, шарниры рам 6 тележек 2 и упругий элемент 3 обеспечивают упругий ход передней части гусеничной тележки 2.

Таким образом, достигается повышение плавности хода малогабаритного гусеничного транспортного средства, оснащенного колесно-гусеничным двигателем, по сравнению с аналогичными конструкциями.

### **Список литературы**

1. Курсов, И.В. Разработка транспортных средств для сферы туризма / И.В. Курсов, А.С. Демидов, Э.С. Маршалов // Инновационный транспорт, 2019, № 3, С. 67-69.

2. Курсов, И.В. Научные исследования кафедры «Наземные транспортные системы» / И.В. Курсов, Э.С. Маршалов, Н.А. Чернецкая, Г.Ю. Ястребов // Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции 26-27 ноября 2021г, Рубцовск, 2021. С.174-179.

3. Пат № 79073 RUU1. Многоцелевой автомобиль повышенной проходимости // Площаднов А.Н. Курсов И.В., Маршалов Э.С., Яковлев П.Ю. Зейгерман А.С. Заяв. 21.04.2008. Опубл. 20.12.2008. Бюл. № 35.

4. Пат. № 2291810 RUC1. Колесное транспортное средство повышенной проходимости // Площаднов А.Н., Курсов И.В., Маршалов Э.С., Ильин Г.М. Заяв. 19.07.2005. Опубл. 20.01.2007. Бюл. №2.

5. Пат № 210955 RUU1. Малогабаритный гусеничный транспортер // Курсов И.В., Маршалов Э.С. Саблин А.Д. Заяв. 12.01.2022 Опубл. 16.05.2022 Бюл. № 14.

6. Пат № 211175 RUU1. Малогабаритная гусеничная машина. Курсов И.В., Маршалов Э.С. Павлов М.А. Заяв. 12.01.2022 Опубл. 24.05.2022 Бюл. № 15.

**УДК 629.3**

**ПОВЫШЕНИЕ МАНЕВРЕННОСТИ МАЛОГАБАРИТНЫХ  
ГУСЕНИЧНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

И.В. Курсов, Э.С. Маршалов

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский  
государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация:** В статье представлены технические решения по повышению маневренности малогабаритного гусеничного транспортного средства

**Ключевые слова:** малогабаритное гусеничное транспортное средство, маневренность, трансмиссия.

**IMPROVING THE MANEUVERABILITY  
OF SMALL TRACKED VEHICLES**

I.V. Kursov, E.S. Marshalov

*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the Altai State Technical University  
named after I.I. Polzunov*

**Abstract:** The article presents technical solutions to improve the maneuverability of a small tracked vehicle

**Keywords:** small tracked vehicle, maneuverability, transmission

В рамках проводимых преподавателями и студентами Рубцовского индустриального института научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области создания малогабаритных гусеничных транспортных средств (МГТС) [1] получен ряд технических решений [2,3], позволяющих упростить конструкцию снизить стоимость, а также на улучшить эксплуатационные характеристики данной техники.

Одним из результатов таких технических решений является повышение маневренности МГТС [3]. Указанный технический результат обеспечивается тем, что механизм поворота указанного МГТС состоит из бортовых коробок передач и бортовых фрикционов, выполненных в виде отключаемых клиноременных передач, а также наличием бортовых цепных передач и тем, что в качестве автоматической коробки передач используется клиноременный вариатор.

Трансмиссия разработанного малогабаритного гусеничного транспортного средства представлена на рисунке 1.

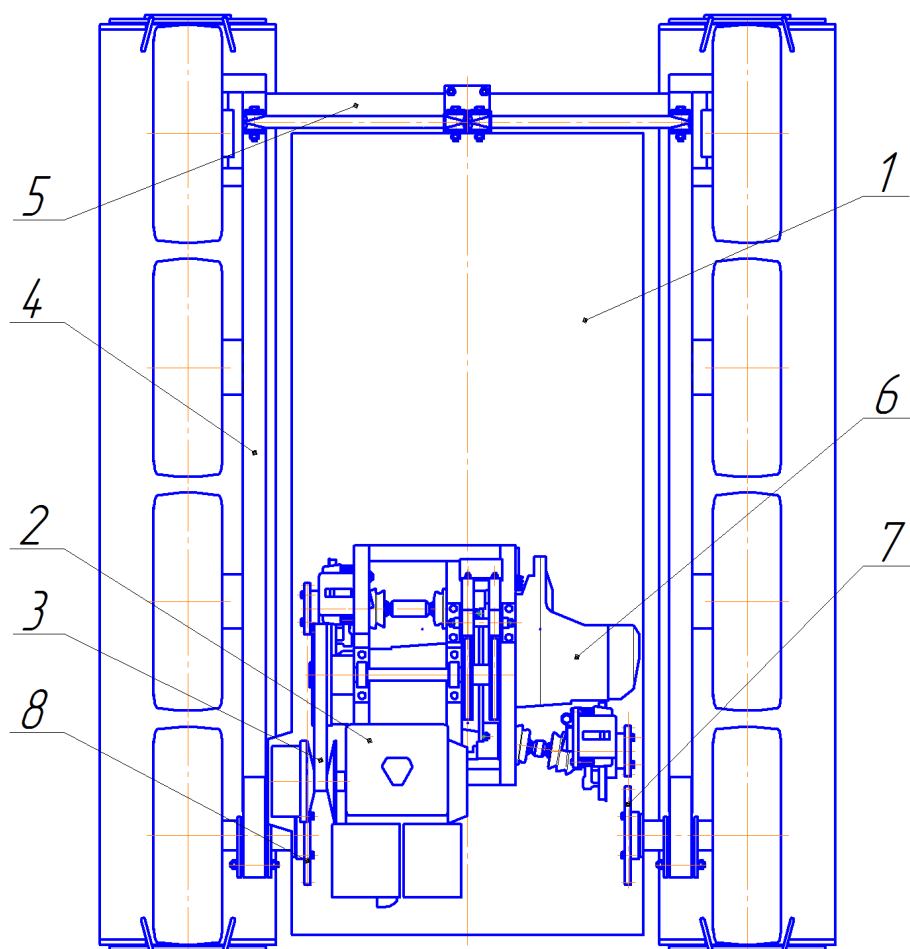


Рисунок 1 – Трансмиссия малогабаритного гусеничного транспортного средства

Конструкция разработанной МГТС содержит кузов 1, двигатель 2, клиноременный вариатор 3, гусеничные движители 4, подвеску 5, механизма поворота 6, бортовые цепные передачи 7 и 8.

Механизм поворота МГТС представлен на рисунке 2. Конструкция механизма поворота содержит бортовые фрикционы в виде отключаемых клиноременных передач 9, с нажимными роликами 10, бортовые коробки передач 11, выполненные в виде двух коробок передач легкового переднеприводного автомобиля с заблокированными дифференциалами и установленные ведущими валами навстречу друг другу, приводные валы 12 и 13, ступичные узлы 14 и дисковые тормоза 15.

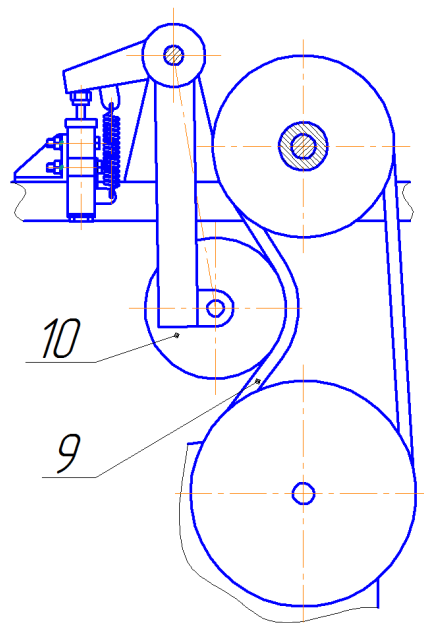
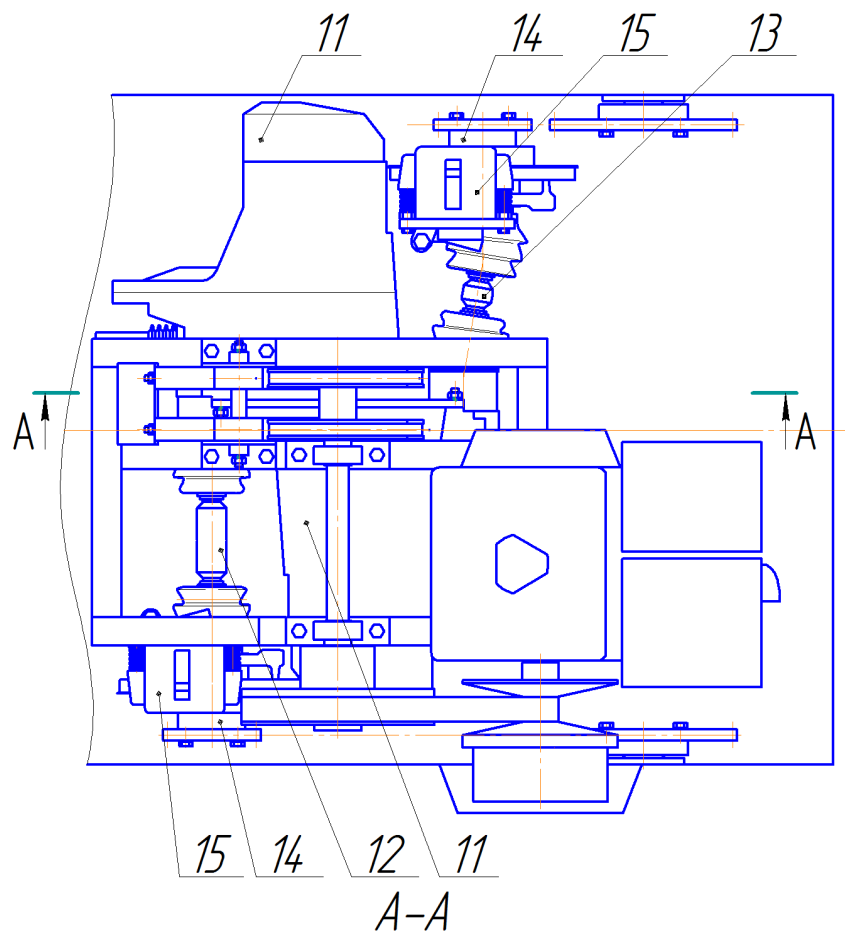


Рисунок 2 – Механизм поворота МГТС.

Крутящий момент от двигателя 2 через клиноременный вариатор 3 передается механизму поворота 6, а от него посредством бортовых цепных передач 7 и 8 к ведущим колесам машины. В механизме поворота 6 крутящий момент передается от

бортовых фрикционов, выполненных в виде отключаемых клиноременных передач 9, к бортовым коробкам передач 11 и далее, через приводные валы 12 и 13 и ступичные узлы 14 к бортовым цепным передачам 7 и 8.

Предложенные технические решения реализуются следующим образом. При прямолинейном движении МГТС бортовые фрикционы включены (т.е. нажимной ролик 10 натягивает ремень таким образом, чтобы обеспечить надежную передачу крутящего момента клиноременной передачей 9), а дисковые тормоза 15 выключены. При этом левое и правое ведущие колеса вращаются с одинаковой скоростью.

Поворот МГТС можно осуществлять несколькими способами: поворот за счет включения разных передач в бортовых коробках передач, поворот за счет изменения момента трения в дисковом тормозе при отключенном бортовом фрикционе, поворот за счет отключения бортового фрикциона.

При повороте за счет включения разных передач в бортовых коробках передач включается пониженная передача в бортовой коробке передач 11 на отстающем борту и (или) повышенная передача в бортовой коробке передач 11 на забегающем борту. При этом ведущие колеса будут вращаться с разными расчетными угловыми скоростями. Таким образом, варьируя передачи в бортовых коробках передач 11 можно получить несколько расчетных радиусов поворота, в том числе поворот с нулевым радиусом.

При повороте за счет изменения момента трения в дисковом тормозе при отключенном бортовом фрикционе на отстающем борту выключается бортовой фрикцион и, частично или полностью, включается дисковый тормоз 15. При этом, в зависимости от полноты включения дискового тормоза 15 обеспечивается необходимое соотношение угловых скоростей ведущих колес и, соответственно, обеспечивается требуемый радиус поворота.

При повороте за счет отключения бортового фрикциона на отстающем борту выключается бортовой фрикцион. При этом, происходит поворот малогабаритной гусеничной машины со свободным радиусом.

Отключение и включение бортового фрикциона осуществляется посредством перемещения нажимного ролика 10.

При включении бортового фрикциона нажимной ролик 10 перемещаясь, натягивает клиновой ремень и плотно прижимает его к шкивам клиноременной передачи 9, обеспечивая при этом надежную передачу крутящего момента от ведущего шкива к ведомому шкиву.

При отключении бортового фрикциона нажимной ролик 9 перемещаясь в обратном направлении, вызывает ослабление натяжения клинового ремня клиноременной передачи 9 и возникновение зазора между ремнем и ведущим шкивом. При этом вращение с ведущего шкива на ведомый шкив не передается.

Таким образом, достигается повышение маневренности малогабаритного гусеничного транспортного средства по сравнению с аналогичными конструкциями.

## Список литературы

1. Курсов, И.В. Научные исследования кафедры «Наземные транспортные системы» / И.В. Курсов, Э.С. Маршалов, Н.А. Чернецкая, Г.Ю. Ястребов // Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции 26-27 ноября 2021г, Рубцовск, 2021. С.174-179.

2. Пат № 210955 RUU1. Малогабаритный гусеничный транспортер// Курсов И.В., Маршалов Э.С. Саблин А.Д. Заяв. 12.01.2022 Оpubл. 16.05.2022 Бюл. № 14.

3. Пат № 211175 RUU1. Малогабаритная гусеничная машина. Курсов И.В., Маршалов Э.С. Павлов М.А. Заяв. 12.01.2022 Оpubл. 24.05.2022 Бюл. № 15.

УДК 629.33-6-047.645

### ИССЛЕДОВАНИЕ БАЗОВОЙ НОРМЫ РАСХОДА ТОПЛИВА

В.Ф. Левин, П.С.Миллер

*Алтайский государственный технический университет*

**Аннотация.** Приведен сравнительный анализ базовой нормы расхода топлива и контрольного расхода топлива. Получена зависимость для расчета базовой нормы расхода топлива для новых автомобилей

**Ключевые слова:** автомобиль, расход топлива, норма.

### STUDY OF THE BASIC FUEL CONSUMPTION RATE

V.Levin, P.Miller

*Altai State Technical University*

**Annotation.** The comparative analysis of the base rate of fuel consumption and the reference rate is given. Dependency is obtained for the calculation of the base fuel consumption for new vehicles.

**Keywords:** car, fuel consumption, norm.

Расход топлива в настоящее время является очень важной составляющей при организации автомобильных перевозок. Из совокупных затрат на перевозку груза затраты на топливо могут достигать до 60%. Поэтому важно определять расход топлива на этапе планирования логистических услуг [1].

Для расчёта расхода топлива пользуются нормативным значением базового расхода с учётом загруженности автомобиля, дорожных и климатических условий.

Базовая норма расхода топлива устанавливается Научно-исследовательским институтом автомобильного транспорта после эксплуатации большого числа автомобилей, утверждается Минтрансом РФ и применяется для расчётов любыми предприятиями и организациями [2,3].

При выпуске новых автомобилей такой нормы нет (недостаточно статистических данных), но предприятиям на стадии планирования и анализа перевозок необходимо производить расчёты расхода топлива при выборе автомобилей, прогнозировании затрат и при составлении маршрутов движения.



Для новых грузовых автомобилей производитель публикует контрольный расход топлива при движении полностью загруженного автомобиля на прямой передаче на ровном асфальтобетонном покрытии автомобильной дороги в сухую погоду при скорости 60км/ч [4,5].

Был проведён анализ базового и контрольного расхода топлива 30 грузовых автомобилей марки ГАЗ и КАМАЗ. Наиболее массовые автомобили приведены в таблицы 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ базовой нормы расхода топлива и контрольного расхода топлива

	Модель	Двигатель	Базовая норма расхода топлива (Н100км), л/100км	Контр. расход топлива (КРТ), л/100км	Коэффициенты увеличения базовой нормы от КРТ
1	Камаз-4308	Cummins EQB180	21,4	14,0	1,52
2	Камаз-43118	КАМАЗ 740.622	33	29,5	1,12
3	Камаз-4326	740.30-260	31	25	1,24
4	Камаз-4350	КамАЗ-740.31	26,3	26	1,01
5	Камаз-53605	Cummins ISB6.7E5 300	24	23,6	1,02
6	Камаз-5350	КамАЗ-740.31	31	27	1,15
7	Камаз-55111	Камаз740.11-240	32,3	26,5	1,21
8	Камаз-43255	Cummins EQB 180 20	25,9	22	1,18
9	Газ-3309	Д-245.7E3	16,5	14,5	1,14
10	Газ-3307	ЗМЗ-5231	24,5	19,6	1,25
11	Газ-53	ЗМЗ-53-11	25	19,6	1,28
12	Газ- 3308	ЗМЗ-513	26,9	23	1,17
13	ГАЗон Next С41R11	ЯМЗ-53441	17,8	13.6	1,31
14	Газ- 2310 "Соболь"	УМЗ-4216	15,2	12	1,27
15	Газ-3302	ЗМЗ-40524	15,1	11	1,37

Установлено, что с достаточной для логистических расчётов точностью, можно принять средний коэффициент перехода контрольного расхода топлива к базовой норме в 1,22 среднее квадратичное отклонение при этом составляет 0,13.

$$H_{100км} = KPT \times 1,22 \quad (1)$$

Для специализированных автомобилей необходимо учитывать разницу массы специализированного автомобиля и базового автомобиля.

За базовый автомобиль принимается бортовой автомобиль или его шасси.

Норма расхода топлива для специализированного автомобиля ( $H_{100км}^c$ ) рассчитывается по формуле:

$$H_{100км}^c = H_{100км}^\delta + (m_c - m_\delta) \times H_{100ткм} \quad (2)$$

где  $H_{100км}^\delta$  - норма расхода топлива базового автомобиля, л/100км;

$m_c$  - масса специализированного автомобиля, т.;

$m_\delta$  - масса базового автомобиля, т.;

$H_{100ткм}$  - норма расхода топлива на транспортную работу, л/100ткм.

$H_{100ткм} = 2$  л/100 ткм - для всех бензиновых автомобилей;

$H_{100ткм} = 1,3$  л/100 ткм - для дизельных автомобилей;

$H_{100ткм} = 2,64$  л/100 ткм - для автомобилей, работающих на сжиженном газе;

$H_{100ткм} = 2$  м<sup>3</sup>/100 ткм - для автомобилей, работающих на природном газе [2].

Для автомобилей - самосвалов норма расхода топлива учитывает, что в одну сторону автомобиль движется полностью загруженный, в другую - пустой. Для самосвалов норму расхода топлива ( $H_{100ткм}$ ) возможно рассчитать по формуле:

$$H_{100км} = H_{100км}^\delta + q \times 0,5 \times H_{100ткм} \quad (3)$$

где  $q$  - грузоподъёмность автомобиля - самосвала.

При дальнейшей эксплуатации и при получении статистических данных базовая норма расхода топлива может быть уточнена. Так же допускается использовать маршрутные нормы расхода топлива для конкретной марки автомобиля и определенного маршрута.

### Список литературы

1. Левин В.Ф. Грузовые и пассажирские логистические системы: учебное пособие/ Барнаул: АлтГТУ, 2022.-48 с. – URL: [http://elib.altstu.ru/eum/download/ajax/Levin\\_GrPasLS\\_up.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/ajax/Levin_GrPasLS_up.pdf) (дата обращения: 22.05.2022). - Текст: электронный.

2. Распоряжение Минтранса России от 14.03.2008 № АМ-23-р (ред. от 20.09.2018) "О введении в действие методических рекомендаций "Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте" – URL : <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=426322> (дата обращения: 22.05.2022). - Текст: электронный.

3. Эксплуатационные параметры автомобилей Камаз. – URL: <https://uzst.ru/poleznaya-informaciya/rukovodstvo-po-ekspluatacii-avtomobilej-kamaz/ekspluatacionnye-parametry?> (дата обращения: 22.05.2022). - Текст: электронный.

4. Технические характеристики автомобилей КамАЗ. – URL: <http://kama-avtodetal.ru/tehspravochnik/avtomobili-kamaz-43253-43255-53229-55111-65115-65116-65117-6540> (дата обращения: 22.05.2022). - Текст: электронный.

5. Характеристики автомобилей ГАЗ. – URL: <https://www.avtogaz59.ru/gaz/gazon-next/> (дата обращения: 23.05.2022). - Текст: электронный.

**УДК 621.431.7:629.33-57**

## **ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ПРОГРЕВА ДВИГАТЕЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ TOYOTA**

В.Ф. Левин, Д.А. Николайцев

*Алтайский государственный технический университет*

**Аннотация.** Приведен анализ методов предпускового подогрева двигателей автомобилей. Определены зависимости расхода топлива от времени прогрева и температуры двигателя. Найден оптимальный режим прогрева двигателя Toyota.

**Ключевые слова:** автомобиль, двигатель, прогрев, расход топлива.

## **OPTIMIZATION OF ENGINE WARM-UP MODES OF TOYOTA CARS**

V.Levin, D. Nikolaytsev

Altai State Technical University

**Annotation.** The analysis of methods of pre-heating of car engines is given. The dependence of fuel consumption on the warm-up time and temperature of the engine has been determined. The optimal warm-up mode of the Toyota engine has been found.

**Keywords:** car, engine, heating, fuel consumption.

Как известно самый большой износ двигателя наблюдается при его холодном пуске. Тем самым уменьшается ресурс работы двигателя. Данные процессы объяснимы недостаточной смазкой сопрягающихся деталей и как следствие возникающей при этом большой силой трения, что и приводит к сильному износу и повышенному расходу топлива.

Автомобилисты довольно давно и нужно сказать не безуспешно борются с этой проблемой. Существует довольно много различных видов предпускового прогрева автомобилей как групповых, применяемых в основном на автотранспортных предприятиях, так и индивидуальных, для большинства рядовых автомобилистов. Из групповых можно выделить подогревы: паром, водой, воздухом и газом. Такие подогревы требуют больших вложений в специальное оборудование и оправданы только на крупных предприятиях с большим автопарком. Если говорить об индивидуальных способах подогрева, то основными являются: автономные предпусковые подогреватели типа «Вебасто» или «Гидропик», электрические подогреватели охлаждающей жидкости, термоса сохраняющие тепло двигателя после ремонта и средства автоматического запуска [1].

Самым дешёвым в затратах на техническое обслуживание, ремонт, амортизацию и затраты на электроэнергию (1215 рублей в год) является

электрический подогреватель, его цена с установкой на автомобиль составляет 3100 рублей. Жидкостные предпусковые подогреватели имеют высокую стоимость (порядка 30000 рублей), что делает их недоступными для большинства автолюбителей.

Экономические расчёты показали экономическую выгоду применения электрических подогревателей, но они имеют один большой недостаток - они не автономны [2].

Не так давно распространения получили сигнализации с функцией автозапуска. Сигнализации способны запускать двигатель через определённый промежуток времени, либо при остывании до заданной температуры двигателя.

Для снижения затрат на прогрев автомобиля за ночь необходимо знать на какую температуру необходимо запрограммировать блок управления сигнализации. Чтобы определить оптимальную начальную и конечную температуру прогрева двигателя и количество прогревов были выполнены следующие задачи:

- произведены практические замеры расхода топлива, времени прогрева и времени остывания двигателя 1NZ-FE, объемом 1,5л автомобиля TOYOTA COROLLA;

- найдена зависимость мгновенного расхода топлива от времени и от температуры двигателя (рисунок 1...3);

- найдена зависимость общего расхода топлива от времени начала и окончания прогрева двигателя (рисунок 4...7);

- написана компьютерная программа, позволяющая рассчитать все возможные варианты прогрева двигателя и найти оптимальный вариант по критерию минимума расхода топлива.

Для уменьшения интенсивности остывания двигателя необходимо применять утепление двигателя сверху и уменьшать воздухообмен снизу автомобиля.

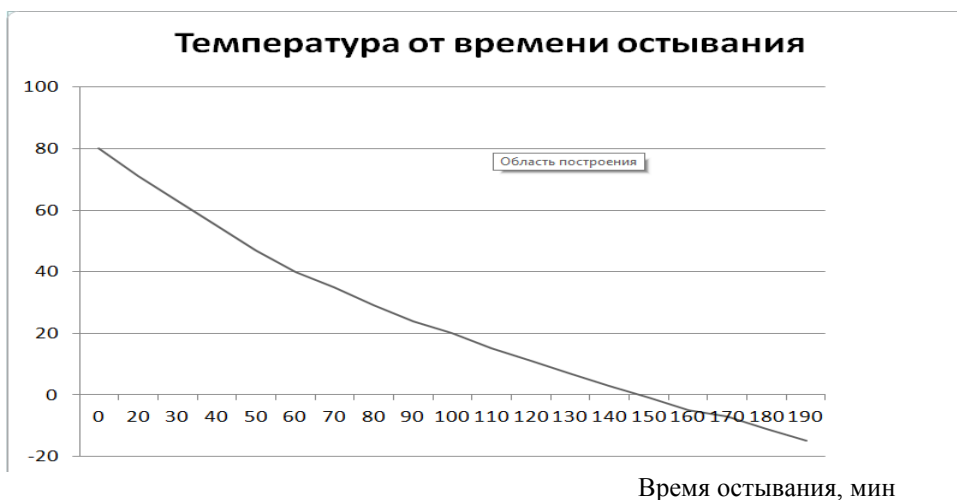


Рис. 1 - Зависимость температуры двигателя от времени остывания

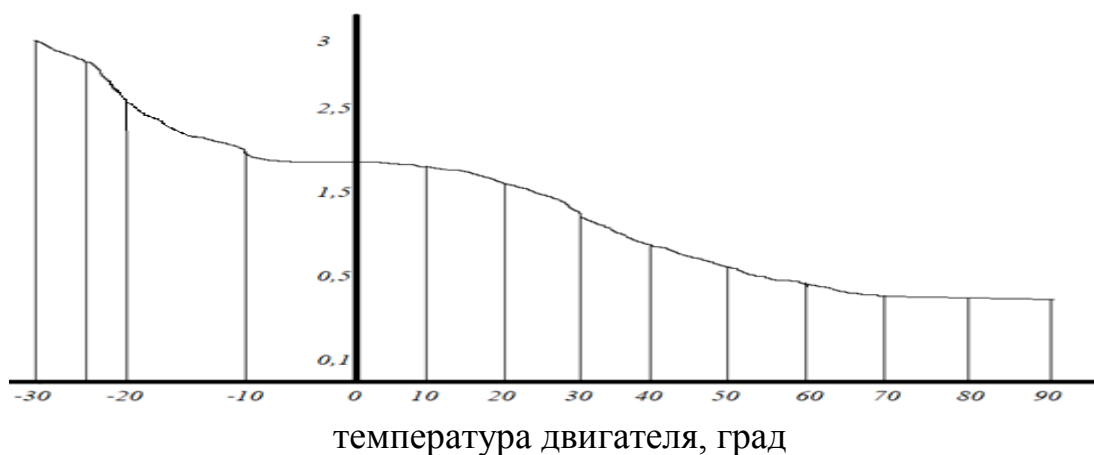


Рис. 2 - Зависимость расхода топлива (л/час) от температуры двигателя

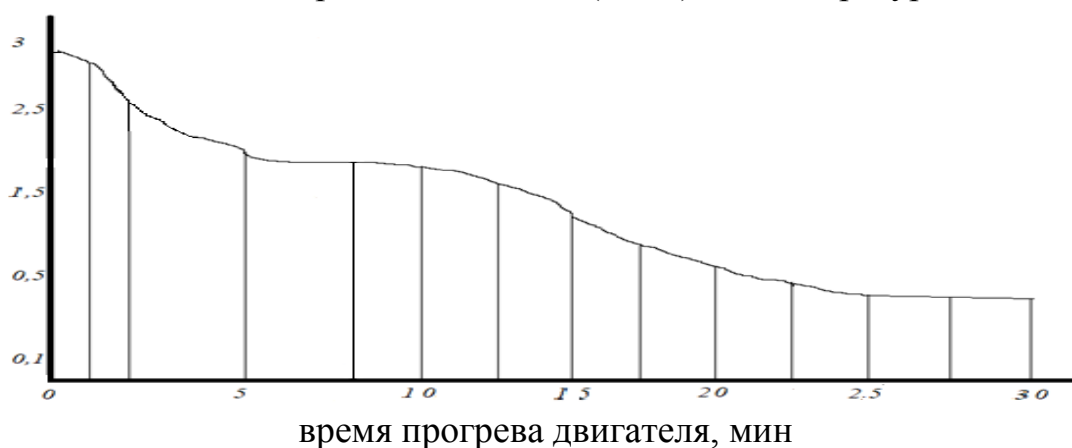


Рис. 3 - Зависимость расхода (л/час) топлива от времени прогрева двигателя

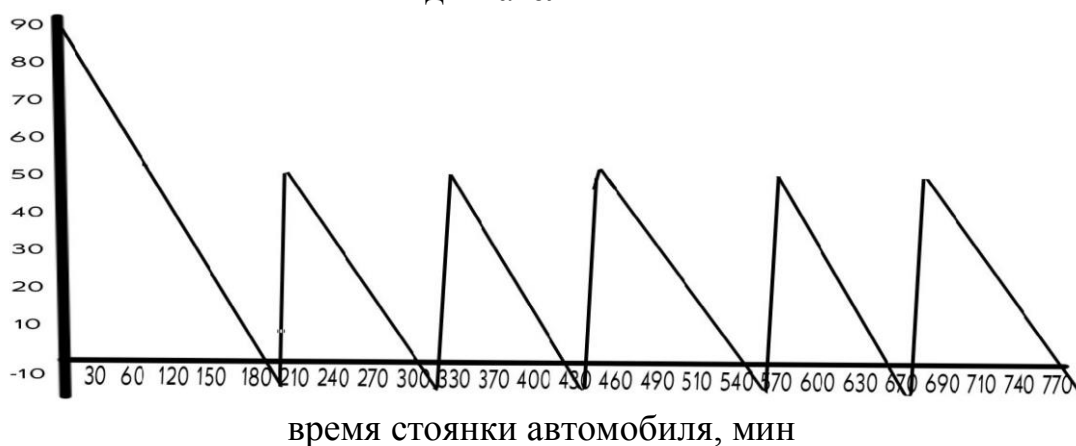


Рис. 4 - Изменение температуры от количества запусков при температурном режиме от минус 10 градусов до плюс 50 градусов

При таком режиме прогрева автомобилей придется запустить 5 раз. Количество топлива за ночь составит 2550 мл.



Рис. 5 - Изменение температуры от количества запусков при температурном режиме от 0 до плюс 40 градусов

При таком режиме прогрева автомобилей придется запустить 7 раз. Количество топлива за ночь составит 2450 мл.

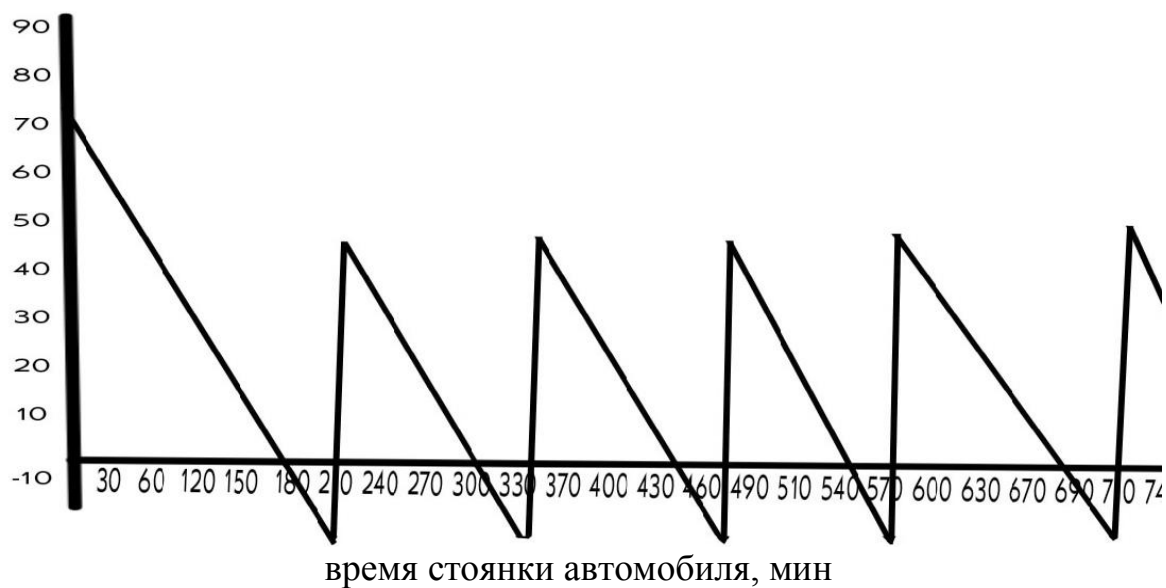


Рис. 6 - Изменение температуры от количества запусков при температурном режиме от минус 15градусов до плюс 40 градусов

При таком режиме прогрева автомобилей придется запустить 4 раз. Количество топлива за ночь составит 1880 мл.

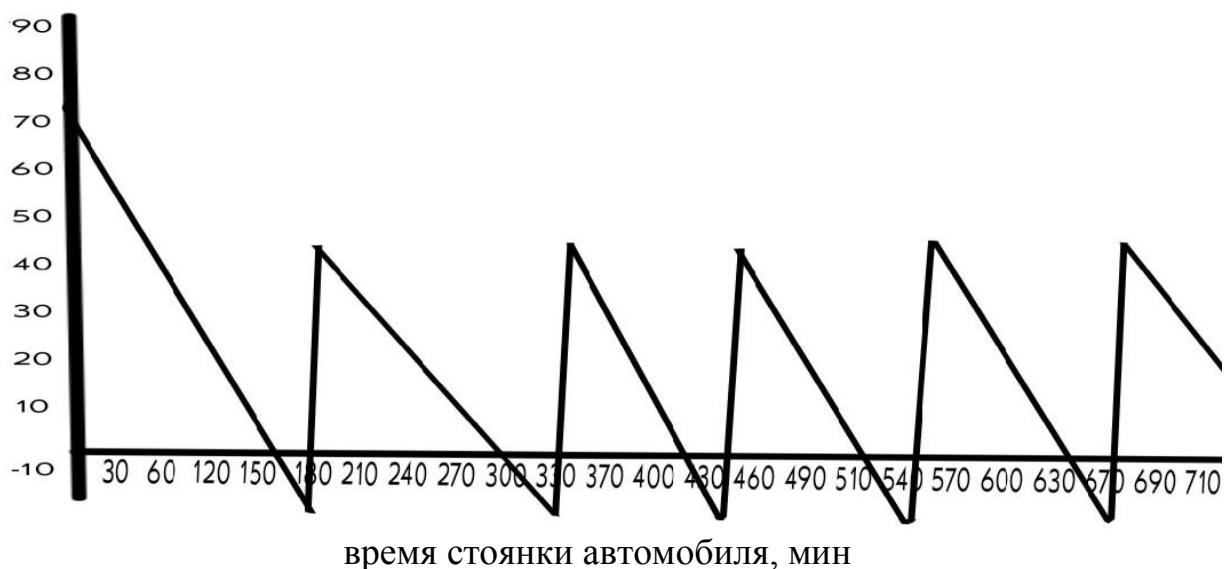


Рис. 7 - Изменение температуры от количества запусков при температурном режиме от минус 10 градусов до плюс 40 градусов

При таком режиме прогрева автомобилей придется запустить 5 раз. Количество топлива за ночь составит 2150 мл.

Таким образом после проведения всех необходимых расчетов можно сделать вывод, что минимальный расход топлива для автомобиля TOYOTA COROLLA за время ночной стоянки продолжительностью 12 часов является расход 1880 мл. Такой расход можно получить при прогреве двигателя автомобиля от минус 15 градусов до плюс 40 градусов. При этом потребуется 4 запуска. При этом режиме прогрева достигается не только максимальная экономия топлива, но и минимальный износ двигателя.

### Список литературы

1. Левин, В.Ф. Современные и перспективные электронные системы управления двигателем. Устройство, принцип действия, эксплуатация. Учебное пособие./ Левин В.Ф., Барсуков Ю.Н. Барнаул: АлтГТУ, 2015. - 114с. - URL: [http://new.elib.altstu.ru/eum/download/ntts/levin\\_spesud.pdf](http://new.elib.altstu.ru/eum/download/ntts/levin_spesud.pdf) - Доступ из ЭБС АлтГТУ
2. Левин, В.Ф., Левин, И.В. Исследование режимов прогрева. 70-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава технического университета. Часть 1/ В.Ф. Левин, И.В. Левин // Алт. гос. техн. университет им. И.И. Ползунова. Барнаул: из-во АлтГТУ, 2012. С. 20-22.

УДК 656.11.05-047.58

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ СИТУАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАНЕКЕНА

Н.В. Шумов, Ю.А. Шапошников, А.К. Терехов  
*Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова*

**Аннотация.** В статье изложены: анализ дорожно-транспортных происшествий, возможность моделирования профессиональных навыков водителя, привитие навыков оптимальных действий обучаемого в ситуации внезапного появления пешехода на проезжей части, описание комплекта имитатора, перемещение пешехода, принцип работы модулятора.

**Ключевые слова:** дорожно-транспортные происшествия, пешеход, водитель, обучение, учебный автодром, моделирование, имитатор, передвижная платформа, манекен, радиоприемное устройство, аккумуляторная батарея, пульт, блок радиопередающее устройства, шифратор, дешифратор, усилитель, пульт управления, антенна.

## MODELING OF TRAFFIC SITUATIONS USING A DUMMY

N.V. Shumov, Yu.A. Shaposhnikov, A.K. Terekhov  
*Altai State Technical University named after I.I. Polzunov*

**Annotation.** The article describes: the analysis of road accidents, the possibility of modeling the professional skills of the driver, instilling the skills of optimal actions of the trainee in the situation of the sudden appearance of a pedestrian on the roadway, the description of the simulator kit pedestrian movement, the principle of operation of the modulator.

**Keywords:** traffic accidents, pedestrian, driver, training, training circuit, simulation, simulator, mobile platform, dummy, radio receiver, battery, remote control, radio transmission unit, encoder, decoder, amplifier, control panel, antenna.

### Введение

Статистика дорожно-транспортных происшествий (ДТП) свидетельствует о том, что самым распространенным видом является «наезды на пешеходов» и составляют примерно третью часть от общего количества ДТП. Большинство дорожно-транспортных происшествий, которые завершаются наездами на пешеходов, возникают в следствии невнимательности водителей и нарушении ими и пешеходами Правил дорожного движения [1].

Целесообразность действий водителя в таких ситуациях во многом зависит от его подготовленности. В свою очередь подготовленность определяется высоким уровнем профессиональных навыков, приобретенных в результате обучения и тренировки. Подобная опасная ситуация может быть смоделирована на автомобильном тренажере или компьютере с использованием программ виртуального вождения. Указанные способы обучения имеют большую степень условности. Поэтому моделирование опасных ситуаций в реальных условиях автодрома дает значительные преимущества. Привитие навыков оптимальных действий обучаемого в ситуации внезапного появления пешехода на проезжей части во многом определено техническими сложностями. Натурное воспроизведение данной ситуации является опасным для участников такого эксперимента [2].



### Методика расчета

При расследовании дорожно-транспортного происшествия с участием пешехода необходимо установить время движения пешехода ( $t_n$ ) в поле зрения водителя и время ( $T$ ), необходимое для полного торможения автомобиля. В случае если время  $t_n$  меньше времени для полного торможения автомобиля ( $t_n \leq T$ ), то можно предположить, что водитель не имел технических возможностей своевременно остановить автомобиль и предотвратить наезд на пешехода.

Даже при своевременном торможении водителю при  $t_n \leq T$  не удалось бы избежать наезда ввиду малого времени, которым он располагал. При  $t_n \geq T$  можно предположить, что водитель не использовал всех имеющиеся у него средств для предотвращения ДТП, т.е. действовал неправильно [3].

Для учебного автодрома Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова разработано устройство, имитирующее перемещение пешехода. В комплект имитатора входит: передвижная платформа с механизмами управления и привода ведущего колеса, манекен, аккумуляторная батарея, радиоприемный и радиопередающий блоки управления (рисунок 1).



Рисунок 1. Общий вид устройства

На передвижную платформу (ПП) установлен манекен, аккумулятор, радиоприемный блок и механизм, обеспечивающий движение и маневрирование ПП. Кинематическая схема привода и управления показана на рисунке 2. ПП имеет три колеса, одно из которых – приводное, два других –

управляемые. Привод ведущего колеса 3 осуществляется посредством использования ременных передач 2 от электродвигателя постоянного тока 1. Механизм управления платформой включает в себя: два управляемых колеса 4, электродвигатель 1, червячный редуктор 5, передачу типа «винт – гайка» 6, систему рычагов и тяг 7.

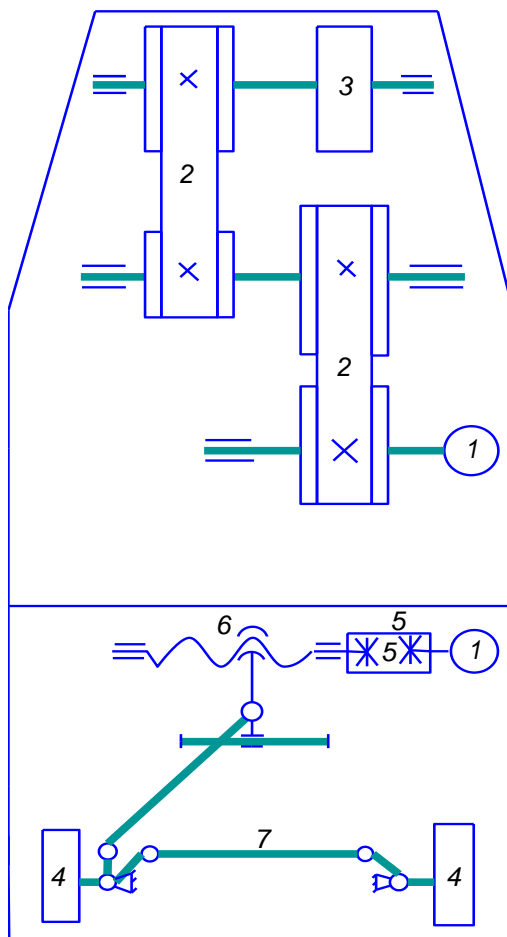


Рисунок 2. Кинематическая схема передвижной платформы

Конструкция содержит также детали фиксации манекена; крепления аккумуляторной батареи, блока радиоприемного устройства и приемной антенны. Управление перемещением ПП осуществляется радиоприемным устройством, схема которого представлена на рисунке 3. Устройство предназначено для принятия радиосигналов из пульта управления автодрома для реализации отдельных режимов перемещения манекена [4].

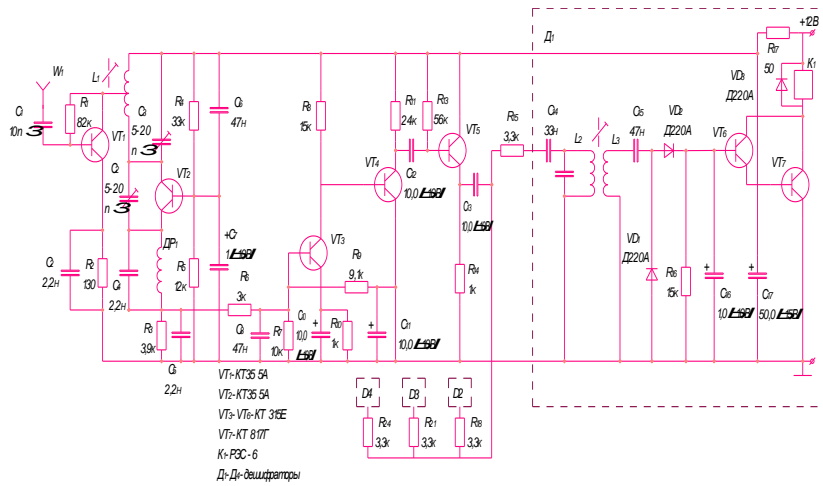


Рисунок 3. Схема радиоприемного устройства

Управление перемещением ПП осуществляется по радиосигналу, который поступает с радиопередающего устройства (рис. 4) и обеспечивается оператором с пульта учебного автодрома, где расположено радиопередающее устройство. При этом ПП реализует выполнение команд «вперед», «назад», «влево», «вправо».

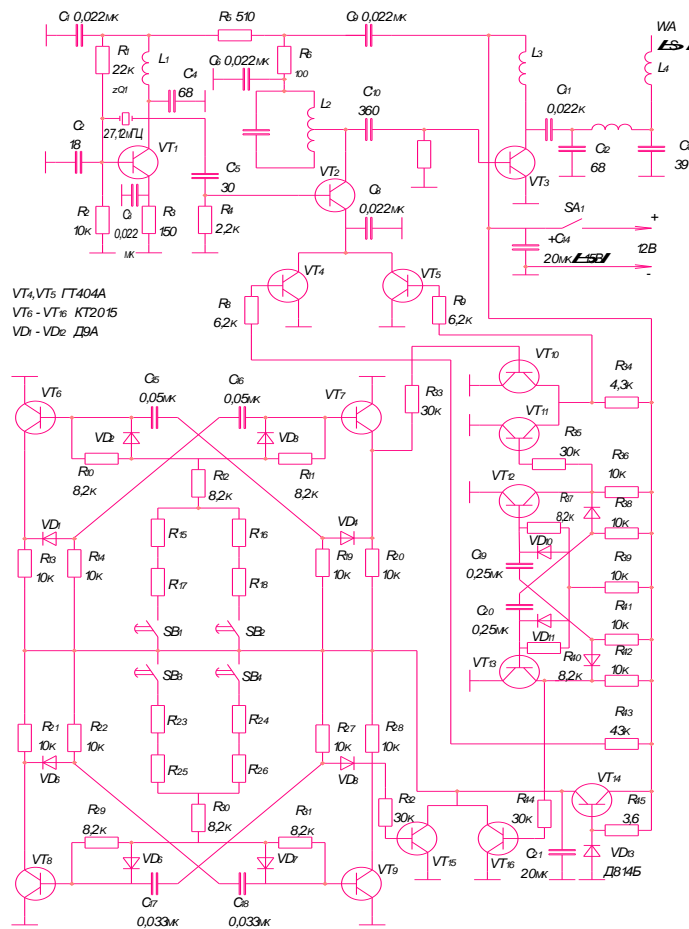


Рисунок 4. Схема радиопередающего устройства

## **Обсуждения результатов**

Радиопередающее и радиоприемные устройства выполнены на полупроводниковой элементной базе, включающие генераторы частот, усилители, транзисторы, фильтры, шифраторы, дешифраторы, пульт управления, антенны и др. элементы.

Высокочастотный блок передатчика состоит из задающего генератора, моделируемого ключевым методом посредством, и выходного каскада – усилителя мощности, работающего на штыревую передающую антенну. Шифратор содержит три мультивибратора, два командных и один коммутирующий. При нажатии на одну из кнопок SB1 или SB2 передается команда первой группы, а при нажатии на кнопку SB3 или SB4 передается одновременно вторая команда.

Передача команд на передвижную платформу обеспечивается с пульта управления автодрома. При нажатии на одну из кнопок SB1 или SB2 радиопередающего устройства поступает команда первой группы, а при нажатии на кнопку SB3 или SB4 передается одновременно вторая команда. Каждый мультивибратор соответственно генерирует импульсы с определенными фиксированными частотами, которые передаются на соответствующие плечи узлов. При этом обеспечивается протекание тока и соответствующая передача командных импульсов через антенну в эфир.

Антенна радиоприемного устройства принимает командные электромагнитные импульсы, которые направляются в усилитель и дешифратор. Когда командных сигналов нет, все транзисторы дешифраторов закрыты и двигатели (приводной и управляющий) не подключены к аккумуляторной батарее. При поступлении командного сигнала той или иной частоты срабатывает соответствующий дешифратор. В целом, радиоприемное устройство имитатора позволяет принимать одновременно два командных сигнала в различных сочетаниях: «вперед и вправо», «вперед и влево», «назад и вправо», «назад и влево». Таким образом, формируются управляющие команды для механизма привода передвижной платформы.

## **Заключение**

Для формирования навыков и умения действовать в опасной обстановке, такой как внезапное появление пешехода на проезжей части дороги, предложенная разработка позволяет с высокой степенью адекватности моделировать типичную дорожно-транспортную ситуацию. Практика применения устройства, имитирующего перемещения пешехода, на автодроме университета показала, что его можно рационально использовать не только для тренировки способности водителя воспринимать опасную ситуацию, но и для приобретения им навыков выбора оптимальных режимов движения автомобиля с целью предотвращения наезда. Обучение в моделируемой опасной ситуации с использованием имитатора особенно эффективно на завершающей стадии подготовки водителей, а также для повышения их квалификации.

### Список литературы

1. Дымерский, В.Я. Технические средства обучения водителей автомобилей: / В.Я. Дымерский, А.А. Костин // Учеб. пособие для учащихся техникумов. М.: Высш. Школа, 1982. – 279 с.
2. Козлова, А.В. Психолого-педагогические основы деятельности преподавателя автошколы по подготовке кандидатов в водители: Монография. М.: Изд-во СГУ, 2013. 264 с.
3. Богачкин, А.И. Учебно-материальная база для обучения водителей транспортных средств / А.И. Богачкин. М.: Издательство ДОСААФ, 1989. – 236 с.
4. Майборода, О.В. Основы управления автомобилем и безопасность движения. / Майборода О.В. М.: «Издательский центр «Академия». 2004. – 256 с.

УДК 658.13.052.8-047.37

### РАЗМЕТОЧНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ВОЖДЕНИЮ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Н.В. Шумов, Ю.А. Шапошников, А.К. Терехов  
*Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова*

**Аннотация.** В статье изложены: методы проведения практических занятий на автодромах и закрытых площадках по вождению автотранспортных средств, выполнен анализ конструкции разметочного оборудования – ограничительных стоек, внесены предложения по автоматизации фиксации и подсчет ошибок при выполнении упражнений комплекса «вождение автомобиля», приведены описания конструкции и принципа действия разметочного устройства.

**Ключевые слова:** подготовка водителей, автотранспортные средства, автодром, вождение, разметочное оборудование, фигуры упражнений, автоматизация, фиксация, радиосигнал, передатчик, приемник, усилитель, электромагнитные колебания, антенна, счетные импульсы, счетчики, дешифратор, цифровая индикация.

### MARKING DEVICE FOR TEACHING DRIVING VEHICLES

**N.V. Shumov, Yu.A. Shaposhnikov, A.K. Terekhov**  
Altai State Technical University named after I.I. Polzunov

**Annotation.** The article describes: methods of conducting practical classes on race tracks and closed areas for driving motor vehicles, an analysis of the design of marking equipment – restrictive racks, suggestions for automating fixing and counting errors when performing exercises of the complex "driving a car", descriptions of the design and principle of operation of the marking device are given.

**Keywords:** driver training, motor vehicles, race track, driving, marking equipment, exercise figures, automation, fixation, radio signal, transmitter, receiver, amplifier, electromagnetic oscillations, antenna, counting pulses, counters, decoder, digital display.

## **Введение**

Развитие системы подготовки водителей является одной из приоритетных задач, определенных стратегией безопасности дорожного движения в Российской Федерации.

В настоящее время при проведении практических занятий на автодромах и закрытых площадках по вождению автотранспортных средств широко используются различные конструкции разметочного оборудования – ограничительные стойки. Они, как правило, выставляются по периметру фигур, предусмотренных комплексом упражнений. Устройства служат для визуального наблюдения за правильностью выполнения того или иного упражнения. К их конструкции предъявляются жесткие требования. Материал, из которого изготавливается стойка, должен быть достаточно прочным и эластичным, для того чтобы при контактах с учебными транспортными средствами выдерживать удары, не разрушаясь и не повреждая элементы кузова. Разметочная стойка должна быть устойчива по отношению к вибрации и потоков воздуха, вызываемых движущимися транспортными средствами, вместе с тем, легко смещаться или опрокидываться при соприкосновении с элементами кузова. При этом мастер производственного обучения, а также обучаемый могли бы легко обнаружить допущенные ошибки. К основному недостатку существующих конструкции можно отнести – необходимость приведения в рабочее состояние элементов оборудования после каждого контакта с учебным транспортным средством и постановкой вешек в исходное положение на линии разметки [1].

## **Методика расчета**

В Алтайском техническом университете для учебного автодрома факультета энергетического машиностроения и эксплуатации автомобильного транспорта разработана конструкция разметочной стойки, позволяющая исключить указанные недостатки, а также автоматизировать фиксацию и подсчет ошибок при выполнении упражнений комплекса «вождение автомобиля». Приемное устройство предлагаемой разработки выполнено на базе стандартного радиовещательного переносного приемника «Альпинист». Общий вид предлагаемого устройства приведен на рисунке 1.

В основе идеи предлагаемой разработки использован эффект «Ваньки – встаньки». В нижней части конструкции располагается груз – противовес, возвращающий вешку в исходное положение после каждого отклонения ее от вертикальной оси. Более того любой контакт с кузовом в большинстве случаев исключает возможность смещения вешки относительно разметки, очерчивающей фигуры испытательных упражнений автодрома. Кроме этого, для передачи информации об ошибках в виде радиосигналов каждая вешка оснащена передатчиком. Сигналы об ошибках поступают на пульт управления автодрома для мастера производственного обучения и в салон учебного автомобиля для обучаемого [2].



Рисунок 1. Общий вид разметочного устройства

Корпус вешки изготовлен из ударопрочного полистирола. Верхняя часть имеет цилиндрическую форму, нижняя – полусфера и предназначена в качестве основного несущего элемента для монтажа внутри нее всех остальных частей конструкции. Металлический груз представляет собой усеченную сферу и выполняет функцию переноса центра тяжести конструкции к поверхности покрытия площадки или автодрома. Этим достигается эффект самовозвращения вешки в вертикальное положение после контакта ее с элементами кузова учебного автомобиля [3].

Для фиксации касания, данной разработкой предусмотрено использование герконового датчика, срабатывающего на размыкание при наклоне вешки или сотрясении, в результате чего открывается транзисторный ключ и питание поступает на передатчик. Функциональная блок-схема передатчика приведена на рисунке 2.

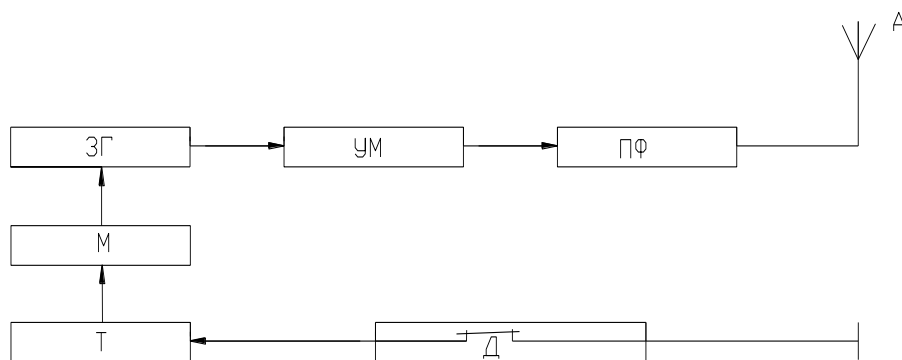


Рисунок 2. Функциональная схема

Передатчик состоит из следующих блоков: датчик фиксации касания (Д); таймер (Т); модулятор (М); задающий генератор (ЗГ); усилитель мощности (УМ); П-образный согласующий фильтр (ПФ); антенна (Ф).

### Обсуждения результатов

Принципиальная электрическая схема передатчика показана на рисунке 3

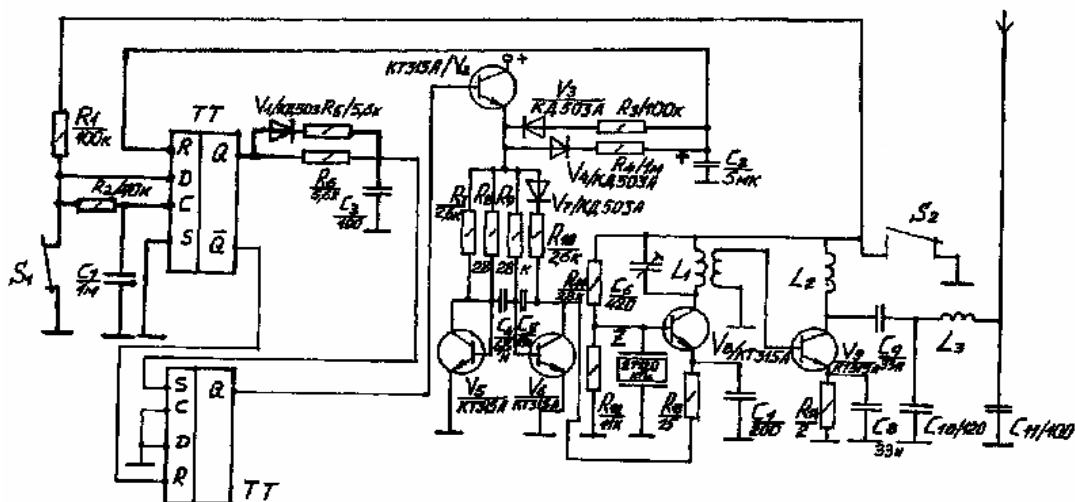


Рисунок 3. Принципиальная электрическая схема передатчика

Низкочастотный канал передатчика формирует пачку прямоугольных импульсов длительностью 1 сек с разрешенным интервалом 40 – 50 сек. Высокочастотный канал формирует электромагнитные колебания в антенне, модулированные низкочастотным каналом. Таймер выполнен на основе двух D-триггеров с двумя время разделяющими RC-цепями. Цепь R4C2 формирует импульсы длительностью 1 сек. Цепь R6C3 формирует запретный импульс длительностью 40 – 50 сек. для удержания триггера Д1 в исходном состоянии при помощи входа R. Вибрация контакта датчика записывается в триггер Д1. В результате на выходе О триггера Д1 формируется уровень напряжения равный В (логическая единица). Эта единица через одну секунду действует на вход триггера Д2 через эмитерный повторитель П2, заряжая конденсатор С3 по цепи V2 – V3 – R5. В результате на входе R триггера Д1 формируется логическая единица, удерживаемая в течении 40 сек. В течении указанного времени запись любых размыканий контакта 1 по входу Д триггера Д1 запрещается логической единицей на входе R. При уменьшении напряжения на конденсаторе С3 триггер Д1 приводится в готовность и цикл повторяется. Данная часть приведенной схемы исключает фиксацию в качестве ошибок, последующие после контакта с кузовом автомобиля, затухающие колебания вешки, продолжающиеся не более 40 секунд.

Модулятор выполнен на основе мультивибратора, представляющего собой симметричную схему, в которой два транзисторных усилителя на резисторах взаимосвязаны конденсаторами С4 – С5. Модуляция задающего генератора осуществляется транзистором V6, выполняющего функцию ключа замыкания. Для увеличения стабильности задающего генератора применен усилитель



мощности. Усиленные высокочастотные колебания подаются на П-образный фильтр. Основная отфильтрованная гармоника колебаний передается на антенну и излучается в эфир.

Приемное устройство предлагаемой разработки выполнено на базе стандартного радиовещательного переносного приемника «Альпинист». Настройка приемника – фиксированная, что является результатом кварцевания несущей частоты передатчика и частоты гетеродина приемника. Фильтры и усилители промежуточной частоты остались без изменения. Для регистрации количества поступающих пачек низкочастотных сигналов приемник дополнен блоком цифровой индикации (рисунок 4).

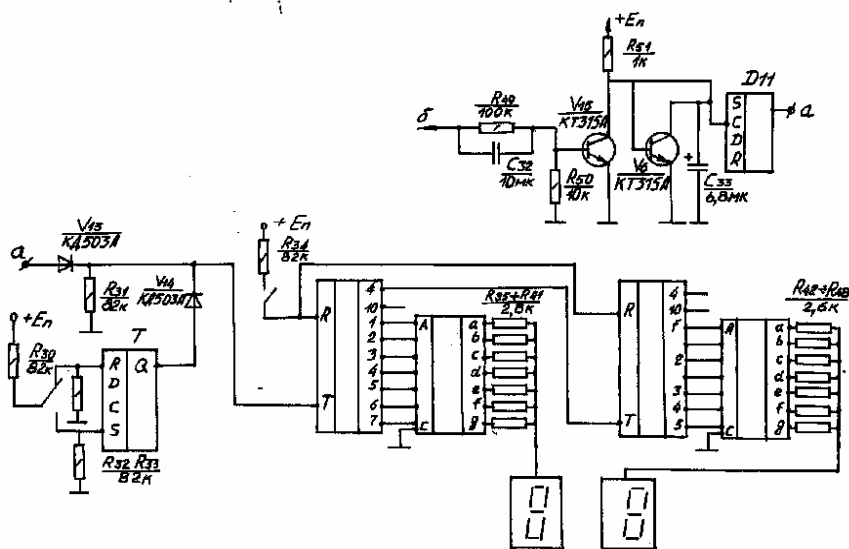


Рисунок 4. Принципиальная электрическая схема приемника

Блок цифровой индикации включает в себя формирователь счетных импульсов на микросхеме Д11, десятичных счетчиков со встроенными дешифраторами для семи сегментных индикаторов, токозадающих резисторов R35 – R48, блока ручного пересчета и сброса. Вырабатываемые формирователем, счетные импульсы поступают в счетчики, дешифруются и подаются на цифровую индикацию. Для ручного пересчета и сброса счетчика в нулевое положение служит переключатель S4.

### Заключение

Доводочные работы по совершенствованию конструкции касались изменения соотношения высоты вешки и массы нижнего груза, а также расположения герконового датчика. Испытания, которые проводились на учебном автодроме АлтГТУ, показали высокую эффективность и надежность предложенной разработки.

### Список литературы

1. Козлова, А.В. Психолого-педагогические основы деятельности преподавателя автошколы по подготовке кандидатов в водители: Монография. М.: Изд-во СГУ, 2013. 264 с.

2. Дымерский, В.Я. Технические средства обучения водителей автомобилей: / В.Я. Дымерский, А.А. Костин // Учеб. пособие для учащихся техникумов. М.: Высш. Школа, 1982. – 279 с.

3. Богачкин, А.И. Учебно-материальная база для обучения водителей транспортных средств / А.И. Богачкин. М.: Издательство ДОСААФ, 1989. – 236 с.

## СЕКЦИЯ 4. СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

УДК 69.002.5

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДРОССЕЛЬНОГО ПНЕВМАТИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ НАВЕСНОГО МОЛОТА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

Д.Э. Абраменков<sup>1</sup>, А.А. Кутумов<sup>2</sup>, Т.В. Богатырева<sup>3</sup>, М.С. Малышев<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Сибирский государственный университет путей сообщения,*

<sup>2</sup>*Новосибирское высшее военное командное училище,*

<sup>3</sup>*Национальный исследовательский университет МЭИ,*

<sup>4</sup>*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)*

**Аннотация.** Рассматриваются возможность определения оптимальных параметров навесного пневматического молота с дроссельным типом воздухораспределения на энергию удара 600 Дж с использованием целевой функции. Данный способ позволяет выявить показатели для функционирования пневматической машины ударного действия.

**Ключевые слова:** целевая функция, энергетические параметры.

### DETERMINATION OF OPTIMAL PARAMETERS OF THE THROTTLE PNEUMATIC MECHANISM OF THE IMPACT ACTION OF THE MOUNTED HAMMER FOR THE DEVELOPMENT OF FROZEN SOILS

D.E. Abramenzov<sup>1</sup>, A.A. Kutumov<sup>2</sup>, T.V. Bogatyreva<sup>3</sup>, M.S. Malyshev<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Siberian Transport University,*

<sup>2</sup>*Novosibirsk Higher Military Command School,*

<sup>3</sup>*National Research University "Moscow Power Engineering Institute",*

<sup>4</sup>*Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin),*

**Annotation.** The possibility of determining the optimal parameters of a mounted pneumatic hammer with a throttle type of air distribution for impact energy of 600 J using the objective function is considered. This method allows you to identify indicators for the functioning of a pneumatic impact machine.

**Keywords:** objective function, energy parameters.

При определении параметров дроссельного механизма ударного действия навесного молота для разработки мерзлых грунтов целесообразно использовать численные методы теории оптимизации. Для этого устанавливаются границы подлежащей оптимизации системы, определяются количественные критерии, на основе которого можно произвести анализ вариантов с целью выявления предпочтительного.

Необходимо выбрать критерий, на основе которого оценивается характеристика системы, для того, чтобы выявить «наилучший» показатель или множество «наилучших» условий функционирования системы. Независимо от

того, какой критерий выбирается при оптимизации, предпочтительному варианту всегда соответствует минимальное или максимальное значение характеристического показателя качества функционирования системы.

Один из путей решения этой совокупности противоречивых целевых установок состоит в том, что какой-либо из критериев выбирается в качестве первичного, тогда как остальные критерии считаются вторичными. В этом случае первичный критерий используется при оптимизации как характеристическая мера, а вторичные критерии являются ограничениями оптимизационной задачи, которые устанавливают диапазоны изменений соответствующих показателей от минимального до максимального приемлемого значения.

В качестве первичного критерия используем энергию удара ( $A$ ), так как только этот параметр является определяющим при разработке мерзлых грунтов. Остальные параметры – расход воздуха ( $G$ ), частота ударов ( $i$ ), мощность ( $N$ ), удельный расход воздуха ( $q_v$ ), сьем мощности ( $\varepsilon_N$ ) – являются вторичными.

Были определены зоны рациональных значений, связывающих геометрические и энергетические параметры навесного пневмомолота на энергию удара 600 Дж [1]. Рациональные значения определены в зависимости от шести параметров – функций:  $f_1$  – расход воздуха ( $G$ ),  $f_2$  – частота ударов ( $i$ ),  $f_3$  – энергия удара ( $A$ ),  $f_4$  – мощность ( $N$ ),  $f_5$  – удельный расход воздуха ( $q_v$ ),  $f_6$  – сьем мощности ( $\varepsilon_N$ ).

Выражение для целевой функции имеет вид:

$$f = k_1 f_1 + k_2 f_2 + k_3 f_3 + k_4 f_4 + k_5 f_5 + k_6 f_6 \rightarrow \max, \quad (1)$$

где  $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6$  – весовые коэффициенты.

Функции  $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6$  пронормированы и значения их лежат в интервале  $[0, 1]$ . Следует отметить, что весовые коэффициенты назначаются на основе экспертной оценки [2]. Для более корректных выражений целесообразно весовые коэффициенты рассматривать в некотором диапазоне.

Интерполяционные полиномы построены по методу наименьших квадратов. В качестве базисных функций выбраны полиномы Чебышева.

Поиск в программе интерполяционных полиномов и нахождение корней полиномов осуществлен с помощью пакета ALGLIB (<http://alglib.net/>).

Основными геометрическими параметрами при работе пневмомолота являются:

- диаметр выпускного канала  $d_b$ ,
- диаметр дросселя впуска в камеру рабочего хода  $d_{px}$ ,
- диаметр дросселя впуска в камеру холостого хода  $d_{xx}$ ,
- соотношение, связывающее зависимости площадей  $\alpha$ ,
- протяженность участка сжатия воздуха  $L_x^H$  в камере холостого хода,
- начального объема  $V_x^H$  камеры холостого хода,
- соотношения объемов камер рабочего и холостого ходов  $\lambda$ , и масса ударника  $m_y$ .

Определение целевой функции рассматриваем не только с учетом изменение этих параметров в диапазоне рациональных значений, которые связывают геометрические и энергетические характеристики дроссельного механизма навесного пневматического молота, но и с учетом варьирования весовых коэффициентов.

Определение оптимальных значений представлено для давления  $p_0=0,6$  МПа. Для других вариантов давлений значения практически совпадают.

Определение оптимального значения диаметра выпускного канала  $d_b$  представлено в диапазоне изменения от 0,035 м до 0,065 м, граница интервала [0,035; 0,06]:

- для функции расхода воздуха  $f_1$  диапазон изменение весового коэффициента  $k_1$  [- 0,08; - 0,15]:

$$f_1 = 15151,7 - 1,92833 \cdot 10^6 x + 1,01438 \cdot 10^8 x^2 - 2,82395 \cdot 10^9 x^3 + 4,38917 \cdot 10^{10} x^4 - 3,61213 \cdot 10^{11} x^5 + 1,22999 \cdot 10^{12} x^6;$$

- для функции частоты ударов  $f_2$  диапазон изменение весового коэффициента  $k_2$  составит [0,045; 0,055]:

$$f_2 = 14146,6 - 1,84547 \cdot 10^6 x + 9,96355 \cdot 10^7 x^2 - 2,84975 \cdot 10^9 x^3 + 4,5547 \cdot 10^{10} x^4 - 3,85752 \cdot 10^{11} x^5 + 1,35269 \cdot 10^{12} x^6;$$

- для функции энергии удара  $f_3$  диапазон изменение весового коэффициента  $k_3$  составит [0,55; 0,65]:

$$f_3 = 13129,6 - 1,70139 \cdot 10^6 x + 9,12324 \cdot 10^7 x^2 - 2,59183 \cdot 10^9 x^3 + 4,1156 \cdot 10^{10} x^4 - 3,46444 \cdot 10^{11} x^5 + 1,0811 \cdot 10^{12} x^6;$$

- для функции ударной мощности  $f_4$  диапазон изменение весового коэффициента  $k_4$  составит [- 0,085; - 0,12]:

$$f_4 = 15589,9 - 2,04119 \cdot 10^6 x + 1,10589 \cdot 10^8 x^2 - 3,17364 \cdot 10^9 x^3 + 5,08869 \cdot 10^{10} x^4 - 4,32309 \cdot 10^{11} x^5 + 1,52046 \cdot 10^{12} x^6;$$

- для функции удельного расхода воздуха  $f_5$  диапазон изменение весового коэффициента  $k_5$  составит [- 0,09; - 0,11]:

$$f_5 = 12500,8 - 1,61407 \cdot 10^6 x + 8,61421 \cdot 10^7 x^2 - 2,4326 \cdot 10^9 x^3 + 3,83414 \cdot 10^{10} x^4 - 3,19856 \cdot 10^{11} x^5 + 1,10359 \cdot 10^{12} x^6;$$

- для функции съема мощности  $f_6$  диапазон изменение весового коэффициента  $k_6$  составит [0,09; 0,11]:

$$f_6 = 12596,9 - 1,65567 \cdot 10^6 x + 9,00602 \cdot 10^7 x^2 - 2,59505 \cdot 10^9 x^3 + 4,17802 \cdot 10^{10} x^4 - 3,56387 \cdot 10^{11} x^5 + 1,25842 \cdot 10^{12} x^6.$$

Целевая функция, для определения оптимального значения диаметра выпускного канала  $d_b$ , составленная с учетом варьируемого диапазона весовых коэффициентов и функций представленная на рисунке 1 принимает максимальное значение при диаметре выпускного канала равном  $d_b=0,042$  м.

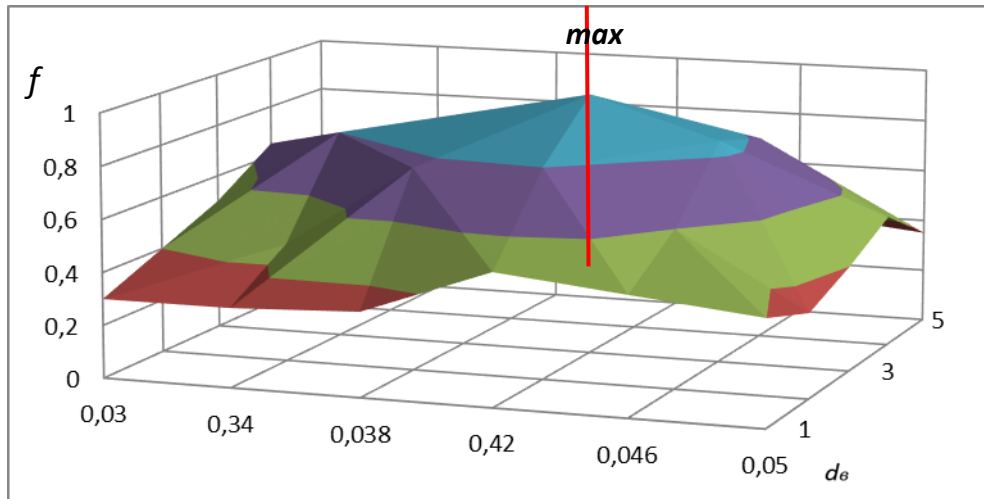


Рис. 1. Целевая функция оптимального значения диаметра выпускного канала  $d_e$

Проведя аналогичные вычисления, рассмотрим определения остальных параметров.

Определение оптимального значения диаметра дросселя впуска в камеру рабочего хода  $d_{px}$  рассматривается в диапазоне изменения от 0,007м до 0,013м, граница интервала [0,007; 0,012].

Целевая функция, для определения оптимального значения диаметра дросселя впуска в камеру рабочего хода  $d_{px}$ , составленная с учетом варьируемого диапазона весовых коэффициентов и функций представленная на рисунке 2 принимает максимальное значение при диаметре равном  $d_{px}=0,0099$  м.

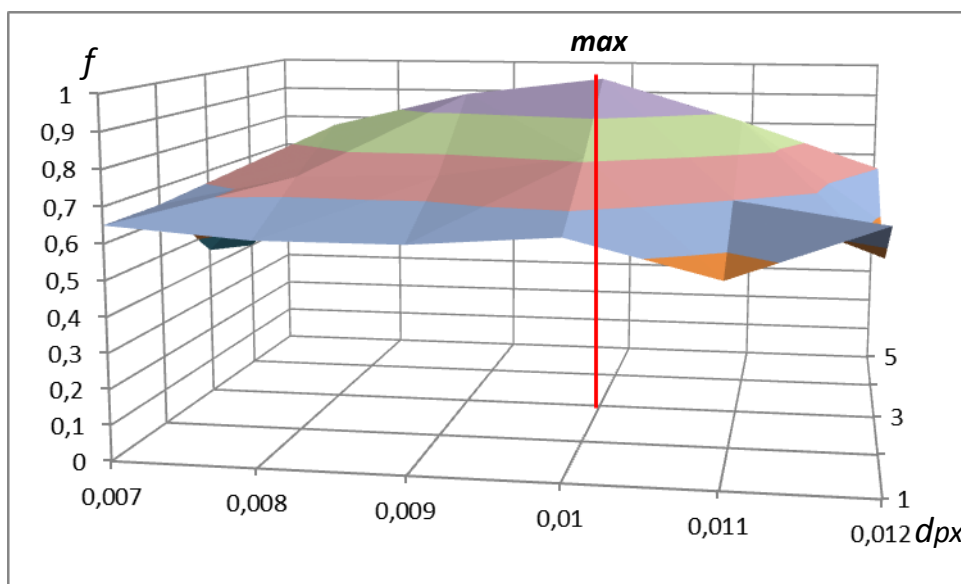


Рис. 2. Целевая функция оптимального значения диаметра дросселя впуска в камеру рабочего хода  $d_{px}$

Определение оптимального значения диаметра дросселя впуска в камеру холостого хода  $d_{xx}$  рассматривается в диапазоне изменения от 0,007м до 0,013 м, граница интервала [0,007 – 0,012].

Целевая функция, для определения оптимального значения диаметра дросселя впуска в камеру холостого хода  $d_{xx}$ , составленная с учетом варьируемого диапазона весовых коэффициентов и функций представлена на рисунке 3 принимает максимальное значение при диаметре равном  $d_{xx}=0,0093$  м.

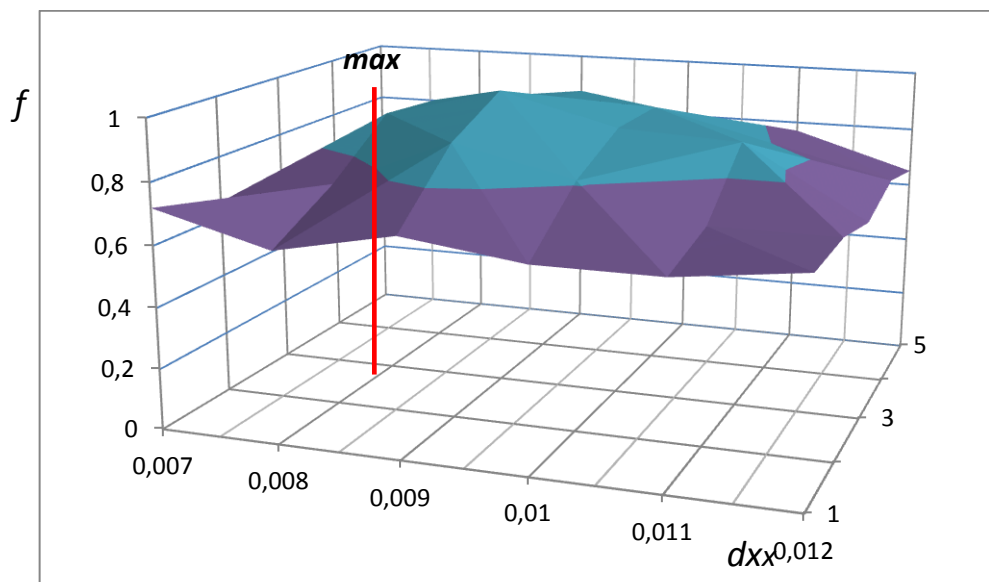


Рис. 3. Целевая функция оптимального значения диаметра дросселя впуска в камеру холостого хода  $d_{xx}$

Определение оптимального значения соотношения для  $\alpha$  рассматривается в диапазоне изменения от 3 до 9, граница интервала [4 – 8].

Целевая функция, для определения оптимального значения соотношения  $\alpha$ , составленная с учетом варьируемого диапазона весовых коэффициентов и функций представлена на рисунке 4, принимает максимальное значение при  $\alpha=5,44$ .

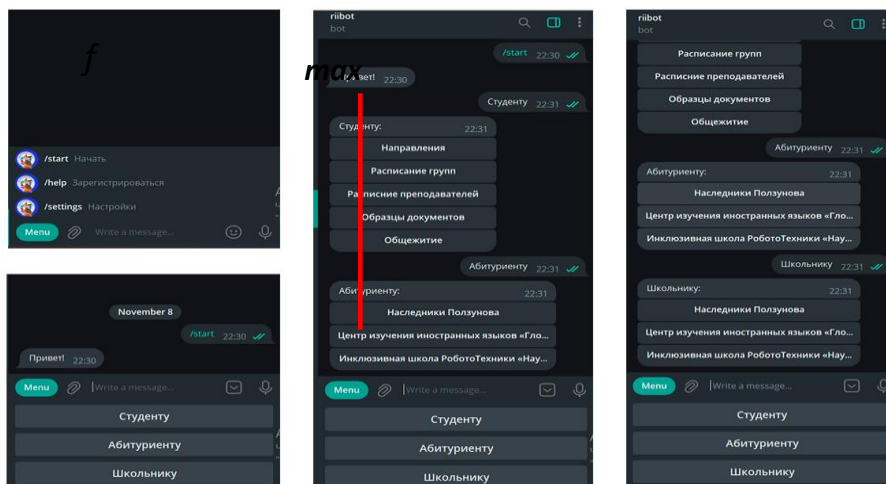


Рис. 4. Целевая функция рационального значения соотношения  $\alpha$

Определение оптимального значения протяженности участка сжатия воздуха  $L_x^H$  в камере холостого хода в рассматривается в диапазоне изменения от 0,1225 до 0,1375 м, граница интервала [0,124; 0,136].

Целевая функция, для определения оптимального значения протяженности участка сжатия воздуха  $L_x^H$  в камере холостого хода, составленная с учетом варьируемого диапазона весовых коэффициентов и функций представлена на рисунке 5, принимает максимальное значение при  $L_x^H=0,132$  м.

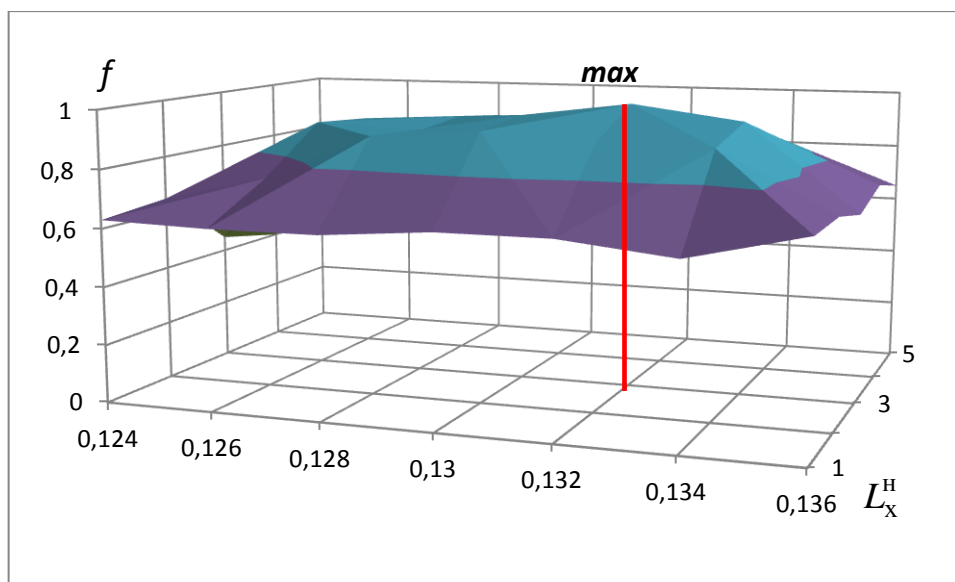


Рис. 5. Целевая функция оптимального значения протяженности участка сжатия воздуха  $L_x^H$

Определение оптимального значения начального объема камеры холостого хода  $V_x^H$  в рассматривается в диапазоне изменения от 0,00082 до 0,00136 м<sup>3</sup>, граница интервала [0,0008; 0,0013].

Целевая функция, составленная из вышеперечисленных коэффициентов и функций, для определения оптимального значения начального объема камеры холостого хода  $V_x^H$ , составленная с учетом варьируемого диапазона весовых коэффициентов и функций представлена на рисунке 6, принимает максимальное значение при  $V_x^H=0,0011$  м<sup>3</sup>.



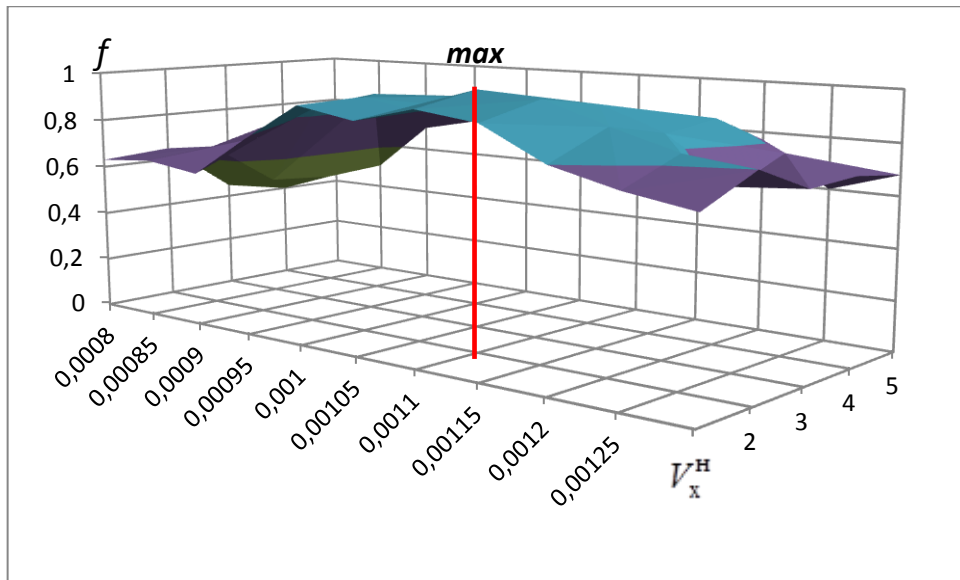


Рис..6 Целевая функция оптимального значения начального объема камеры холостого хода  $V_x^H$

Определение оптимального значения соотношения объемов камер рабочего и холостого ходов  $\lambda$  рассматривается в диапазоне изменения от 4 до 10, граница интервала [5; 9].

Целевая функция, составленная из вышеперечисленных коэффициентов и функций, для определения оптимального значения соотношения объемов камер рабочего и холостого ходов  $\lambda$ , составленная с учетом варьируемого диапазона весовых коэффициентов и функций представлена на рисунке 7, принимает максимальное значение при  $\lambda=7,6$ .

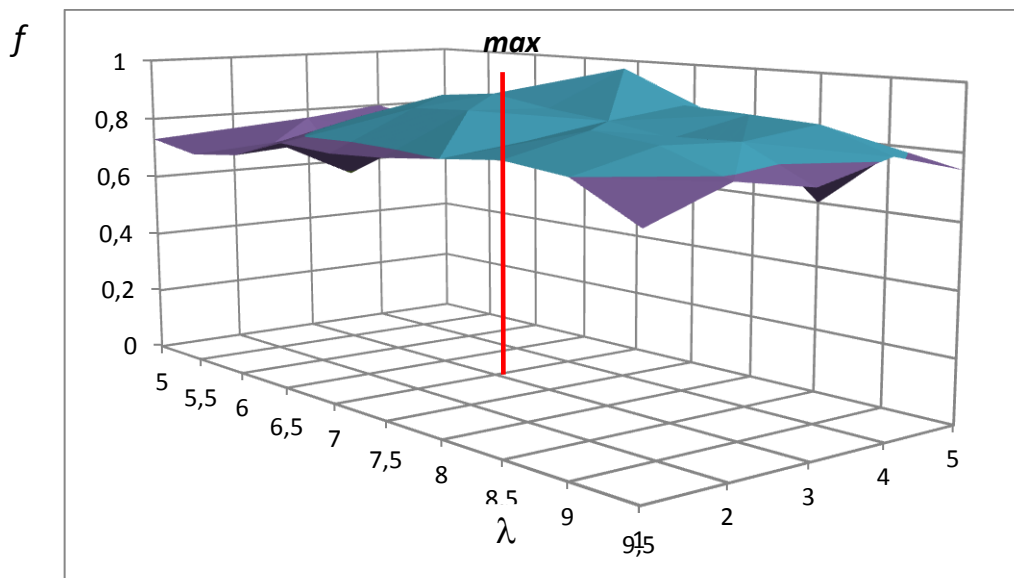


Рис.7. Целевая функция оптимального значения соотношения объемов камер рабочего холостого ходов  $\lambda$

Определение оптимального значения массы ударника  $m_y$  рассматривается в диапазоне изменения от 8 до 14 кг, граница интервала [9; 13].

Целевая функция, составленная из вышеперечисленных коэффициентов и функций, для определения оптимального значения массы ударника камер рабочего и холостого ходов  $\lambda$ , составленная с учетом варьируемого диапазона весовых коэффициентов и функций представлена на рисунке 8, принимает максимальное значение при  $m_y=11,8$  кг.

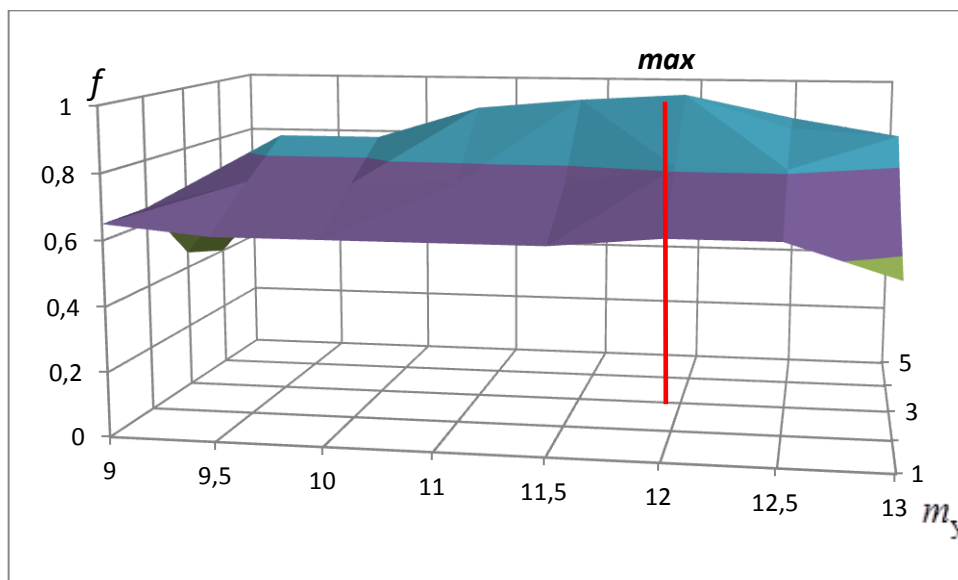


Рис. 8. Целевая функция оптимального значения массы ударника

Таким образом, в результате проведенных вычислений были определены целевые функции предпочтительных значений параметров дроссельного пневматического механизма ударного действия навесного молота, которые отражают оптимальные соотношения энергетических показателей в первую очередь и экономических во вторую.

### Список литературы

1. Кутумов, А.А. Навесные пневматические молоты для разработки мерзлых грунтов / А.А. Кутумов, Д.Э. Абраменков, Э.А. Абраменков. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2008. – 376 с.
2. Суднишников, Б. В. Исследование и конструирование пневматических машин ударного действия / Б. В. Суднишников, Н. Н. Есин, К. К. Тупицын. Новосибирск: Наука, 1985. -136 с.

УДК 621.65.03:004.94

## ОБЛАКО ТОЧЕК В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ AUTODESK REVIT

А.В. Аксенов<sup>1</sup>, И.А. Бахтина<sup>1</sup>, М.Л. Лопатина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова*

<sup>2</sup>*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего  
образования «Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** Рассмотрен процесс получения облака точек для программного комплекса AutodeskRevit и приведены преимущества их применения при создании 3D-моделей.

**Ключевые слова:** облако точек, лазерное сканирование, Revit, ReCap, 3D-моделирование.

## POINT CLOUD IN AUTODESK REVIT SOFTWARE

A.V. Aksenov<sup>1</sup>, I.A. Bakhtina<sup>1</sup>, M.L. Lopatina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Altai State Technical University named after I.I. Polzunova*

<sup>2</sup>*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget  
educational institution of higher education "Altai State Technical University named  
after I.I. Polzunova"*

**Annotation.** The process of obtaining a point cloud for the AutodeskRevit software package is considered and the advantage of their use when creating 3D models is given.

**Keywords:** point cloud, laser scanning, Revit, ReCap, 3D modeling.

В настоящее время при проектировании или реконструкции существующих инженерных систем или зданий используют 3D-облако точек.

3D-облако точек, которое иногда называют 3D-визуализацией, один из этапов создания точной 3D-модели реального мира. Это отправная точка цифровой реальности, карта точек в пространстве, которые обрабатываются, чтобы стать трёхмерными моделями практически любого объекта. Под объектом можно рассматривать как отдельные гражданские или производственные здания, так и гражданскую инфраструктуру, исторические места и многое другое.

На многих этапах проектирования и/или эксплуатации при визуализации объектов, планирования или поиска оптимальных параметров используют трёхмерные модели, основанные на данных облака точек. Эти данные можно трансформировать, благодаря чему возрастает детализация и точность информации об объекте, к которой могут иметь доступ все, кто имеет отношение к рассматриваемому объекту: от архитекторов до руководителей.

Облако точек представляет собой совокупность набора точек данных или координат в трёх измерениях, получаемых с помощью лазерных 3D-сканеров и технологии обнаружения и определения дальности (LIDAR). В таких сканерах

свет падает на любые поверхности в пределах его прямой видимости, что позволяет захватывать при съёмке огромное количество точек. Некоторые лазерные 3D-сканеры имеют большую скорость измерений и охватывают до 2 миллионов точек в секунду.

Современные лазерные сканеры представляют собой портативные, быстрые, автоматизированные приборы, позволяющие просто и с высокой точностью получить облако точек. При сканировании лазер устанавливается на штатив, настраивается на измеряемый объект и запускается процесс сканирования. Высокоскоростное вращающееся зеркало обеспечивает чрезвычайно высокую скорость измерения, а визуальная инерциальная система с умными алгоритмами сообщает сканеру, где он находится – его относительное положение и ориентацию, что позволяет сохранить точность сканирования при его перемещении между различными установками.

Установка и процесс лазерного сканирования объекта представлен на рисунке 1

Современные конструкции лазерных сканеров компактны и мобильны, что позволяет их поместить в рюкзак или сумку.



Рис. 1 – Процесс лазерного сканирования объекта

Полученное в результате сканирования облако точек требует обработки для последующего создания трёхмерной модели существующего объекта. В соответствии с существующей терминологией лазерного сканирования

требуется зарегистрировать облако точек и связать окончательные данные.

Регистрация облака точек представляет собой исключение перекрывающегося облака точек, которое может получиться при перемещении лазерного сканера в разные позиции на объекте, чтобы захватить более крупный или более полный фрагмент объекта при формировании его точной модели. Для этого с помощью специального программного обеспечения создаются сетки, которые преобразуют данные облака точек в треугольники или многоугольники, которые позволяют представить поверхность отсканированных объектов. Созданные сетки меньше, удобнее и быстрее в дальнейшей работе, но при этом сохраняют все данные исходных точек. Данный этап позволяет уточнить данные объекта и при дальнейшей обработке отфильтровать те координаты, которые являются неважными и/или не понадобятся на дальнейших этапах создания модели. Например, если при сканировании торгового центра захватываются, в том числе, и люди, перемещающиеся вокруг центра. Поэтому данный этап обработки необходим для удаления этих нежелательных призрачных объектов, и получить чистый, меньший и более точный набор данных.

Некоторую обработку облака точек можно производить ещё на площадке измеряемого объекта. Это возможно сделать с помощью ноутбука или приложения для мобильных устройств, которые подключаются к лазерному сканеру и обеспечивают непосредственную предварительную регистрацию данных сканируемого объекта. Такая организация рабочего процесса лазерного сканирования даёт возможность визуализации собранных данных, при необходимости внести исправления, уточнения или выполнить дополнительное сканирование без повторного посещения объекта. Окончательная регистрация облака точек требует более мощные программы (AutodeskReCap) и производится уже в офисе. Данные программы позволяют построить сетки, произвести дальнейшую обработку и создать набор окончательных результатов 3D и отчёты (рисунок 2). Современное программное обеспечение по созданию облака точек позволяет хранить проекта, обеспечить визуализацию трёхмерных данных объекта и совместную работу в Интернете всех заинтересованных сторон.

Полученные облака точек различаются в зависимости от отрасли и области применения, но после преобразования их в трёхмерную модель очевидны их основные преимущества: высокая точность и безопасность создания 3D-модели объекта. Рассмотрим пример применения облака точек.

В настоящее время инженеры и архитекторы используют программное обеспечение для эффективного и точного создания информационной модели здания (BIM) существующего здания, конструкции или обновления исходных проектных моделей с учётом реальных условий после строительства. При работе над проектами модернизации с помощью облака точек они могут визуализировать своё присутствие на виртуальном объекте, проверить наличие конфликтов с существующими условиями, что позволяет исключить критические ошибки.

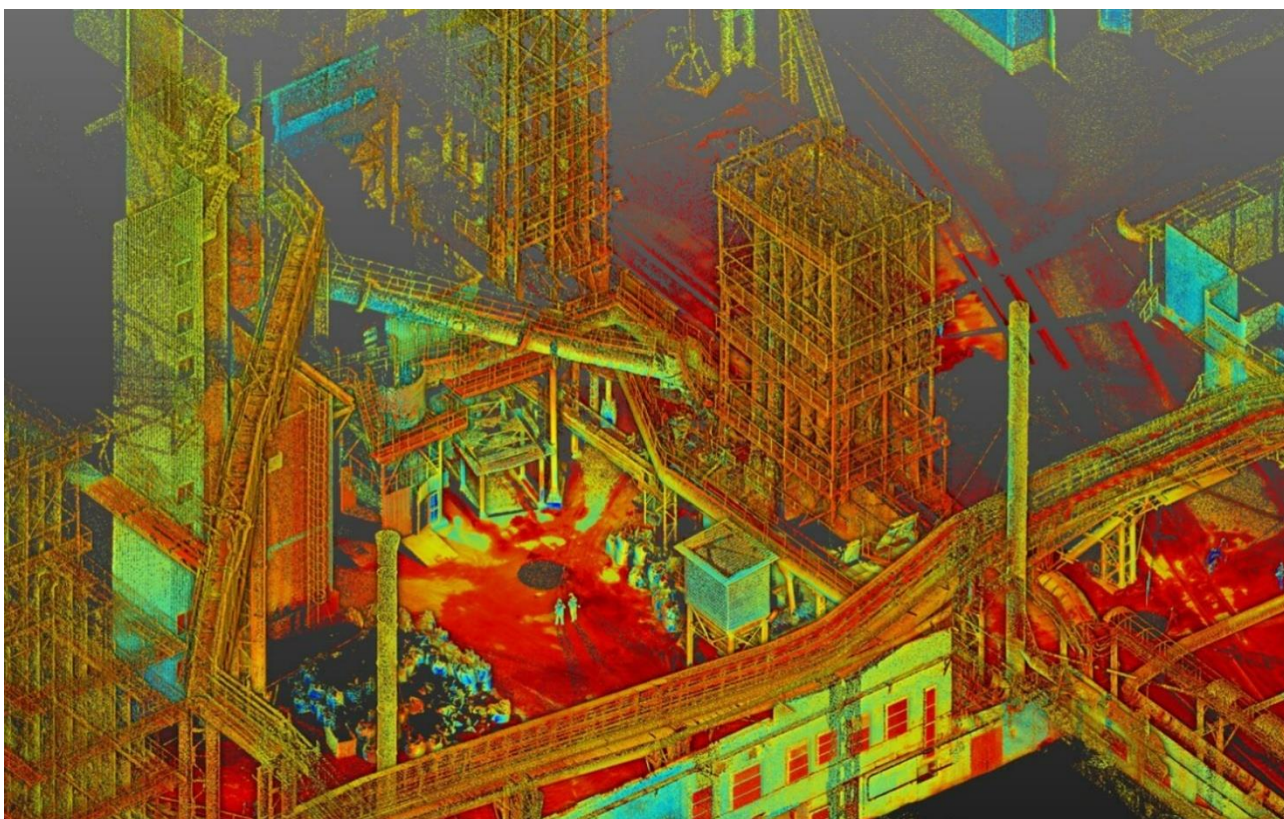


Рис. 2 – Обработанное облако точек в программном комплексе AutodeskReCap

В проектах, связанных с существующими зданиями, необходимость учёта существующего состояния здания часто является важнейшей проектной задачей. Лазерные сканеры можно использовать для получения 3D-точек с высокой точностью с поверхности существующего физического объекта, например, области здания, и сохранения этих данных в виде облака точек. Как правило, несколько местоположений здания сканируются по отдельности и регистрируются вместе, в результате чего получается высокоточное 3D-облако точек региона или всего здания.

Файлы облаков точек позволяют ускорить процесс проектирования, предоставляя реальный контекст, в котором можно воссоздать внешние объекты или вставить дополнительные модели. Вставив облако точек в чертёж, можно использовать его в качестве ориентира для чертежей, изменить его отображение или применить сопоставление цветов для различения элементов.

Облака точек создаются на основе необработанных данных, полученных путем сканирования физических объектов, таких как внутренние и наружные элементы зданий и промышленных предприятий, рельеф поверхности или объекты промышленного производства. После сбора необработанные данные необходимо преобразовать в пригодные для чтения файлы облаков точек. AutodeskReCap преобразует необработанные данные в файлы сканирования (файлы RCS) и файлы проекта (файлы RCP), которые ссылаются на файлы

RCS. Файлы обоих форматов могут быть вставлены в проект AutodeskRevit для дальнейшей работы с ним. Пример выполнения инженерных и технологических разделов при помощи облака точек в программе AutodeskRevit предоставлен на рисунке 3.

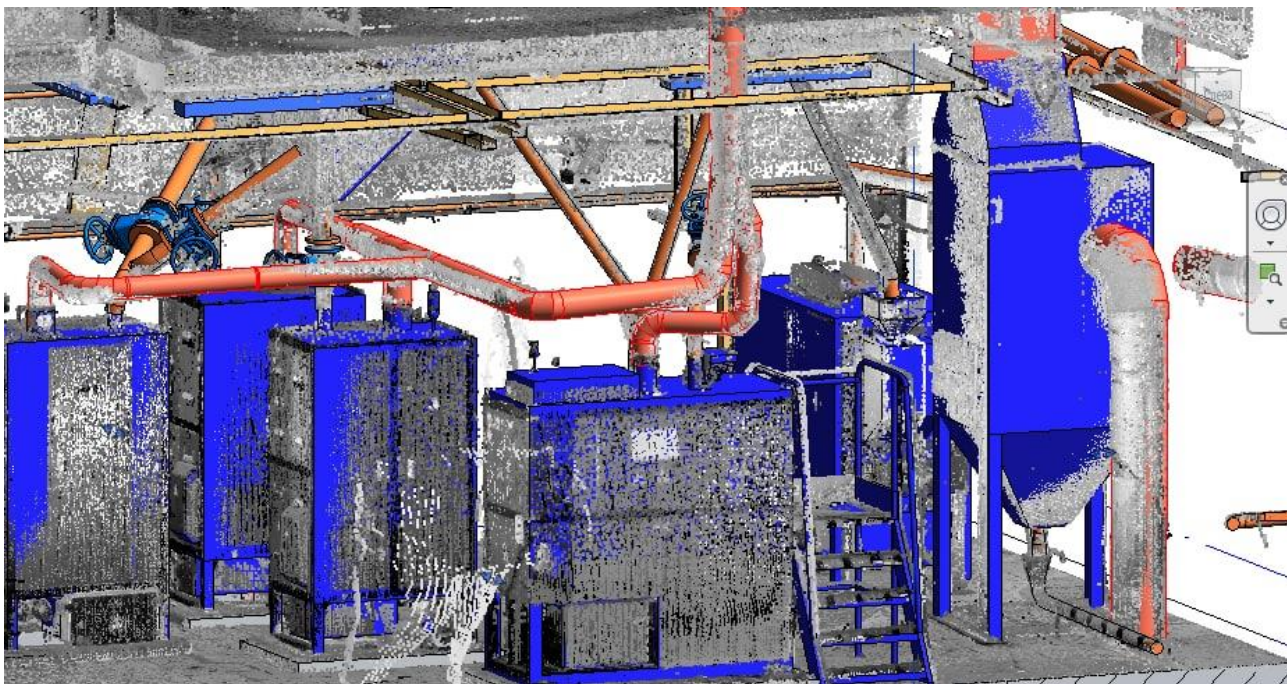


Рис. 3 – Фрагмент инженерных сетей выполненный в программе AutodeskRevit на основе облака точек

Лазерное сканирование имеет очевидное преимущество перед классической съёмкой тахеометром или обмерами рулеткой. С помощью лазерного сканирования можно получить облако точек и смоделировать не только, но и сложные объекты [3], например:

- фасады сложных архитектурных форм;
- производственные комплексы;
- склады и логистические центры;
- крупногабаритные объекты;
- объекты со сложной геометрией для дизайнерских проектов;
- ландшафты;
- комплексные структуры, где необходимо объединение нескольких объектов;
- для 3D-моделирования в BIM-проектировании и других целях.

Технологии лазерного сканирования всё более широко применяются при проектировании и строительстве, и позволяют снизить следующие основные риски:

- погрешности в измерениях и изысканиях;
- ошибки при проектировании;
- коллизии;

- отклонения от проекта;
- неточности в расчётах материалов.

Эффективность технологии применения облака точек подтверждает российский и зарубежный опыт. Важное условие при внедрении: грамотность и возможность использования работниками данных лазерного сканирования.

### Список литературы

1. СП (Свод правил) Минстроя России от 31.12.2020 № СП 333.1325800.2020 (ред. от 01.07.2021) – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573514520> (дата обращения: 25.10.2022). – Текст : электронный.

2. Облака точек - URL: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/revit/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/RUS/Revit-Model/files/GUID-BD499295-84DD-4BDE-B60D-73008AFBC791-htm.html> (дата обращения 25.10.2022). - Текст : электронный.

3. Аксенов, А.В. Создание модели вентиляционной системы в Revit на основе лазерного сканирования здания / А.В. Аксенов, Е.К. Шупике, И.А. Бахтина. Наука и молодежь : Том 1. Инженерно-технические науки, часть 2 : материалы XIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (18–22 апреля 2022 года, г. Барнаул) / Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова. Барнаул : АлтГТУ, 2022. С. 114 – 116.

**УДК 696.2:004.94**

### **ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ СЕТИ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ZULUGIS 8.0**

Н.С. Бунин<sup>1</sup>, И.А. Бахтина<sup>1</sup>, Н.Н. Басманов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова*

<sup>2</sup>*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего  
образования «Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** Рассмотрены возможности программного комплекса ZuluGIS 8.0 для реализации параметрического конструирования сетей газоснабжения зданий.

**Ключевые слова:** параметризация, арматура, колодец, газопровод, ZuluGIS 8.0, сеть газопотребления.

### **PARAMETRIC DESIGN OF THE GAS SUPPLY NETWORK IN THE SOFTWARE COMPLEX ZULUGIS 8.0**

N.S. Bunin<sup>1</sup>, I.A. Bakhtina<sup>1</sup>, N.N. Basmanov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Altai State Technical University named after I.I. Polzunova*



<sup>2</sup>*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"*

**Annotation.** The possibilities of the ZuluGIS 8.0 software package for the implementation of parametric design of gas supply networks for buildings are considered.

**Keywords:** parametrization, fittings, well, gas pipeline, ZuluGIS 8.0, gas consumption network.

Рассмотрим создание информационной модели сети газоснабжения в программном обеспечении ZuluGIS 8.0 [1, 2].

Создание информационной модели будущего проекта в ZuluGIS 8.0 начинается с загрузки подложки действующего здания (рисунки 1, 2) или сооружения, рассматриваемой местности в программный комплекс.

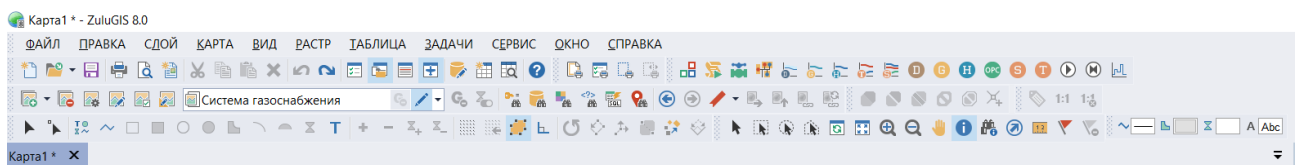


Рис. 1 – Рабочая панель ZuluGIS 8.0

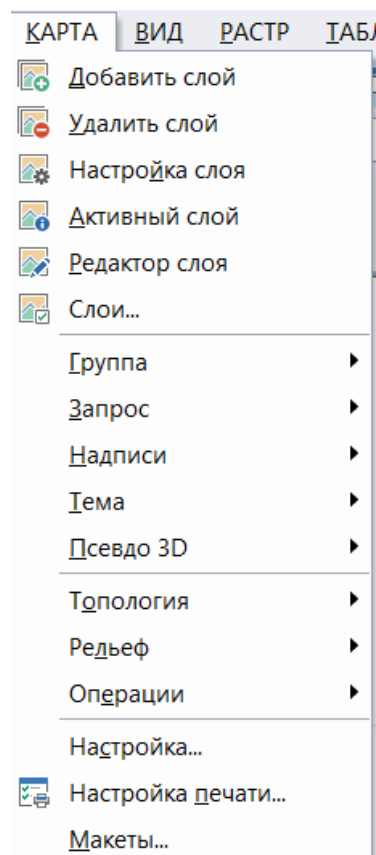


Рис. 2 – Вкладка «Карта» для добавления рабочего пространства

Следующим шагом в создании информационной модели, является прикрепление подложки будущего проекта в формате jpg в программный комплекс (рисунки 3, 4).

Создание слоя инженерных сетей, основной шаг, ведь основная часть ошибок при создании модели, является неправильная привязка к подложке, правильный выбор масштаба (рисунок 5).

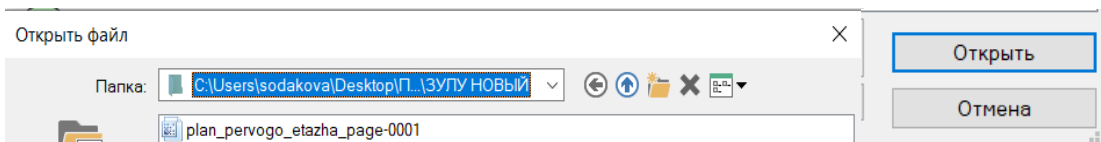


Рисунок 3 – Выбор нужного изображения подложки

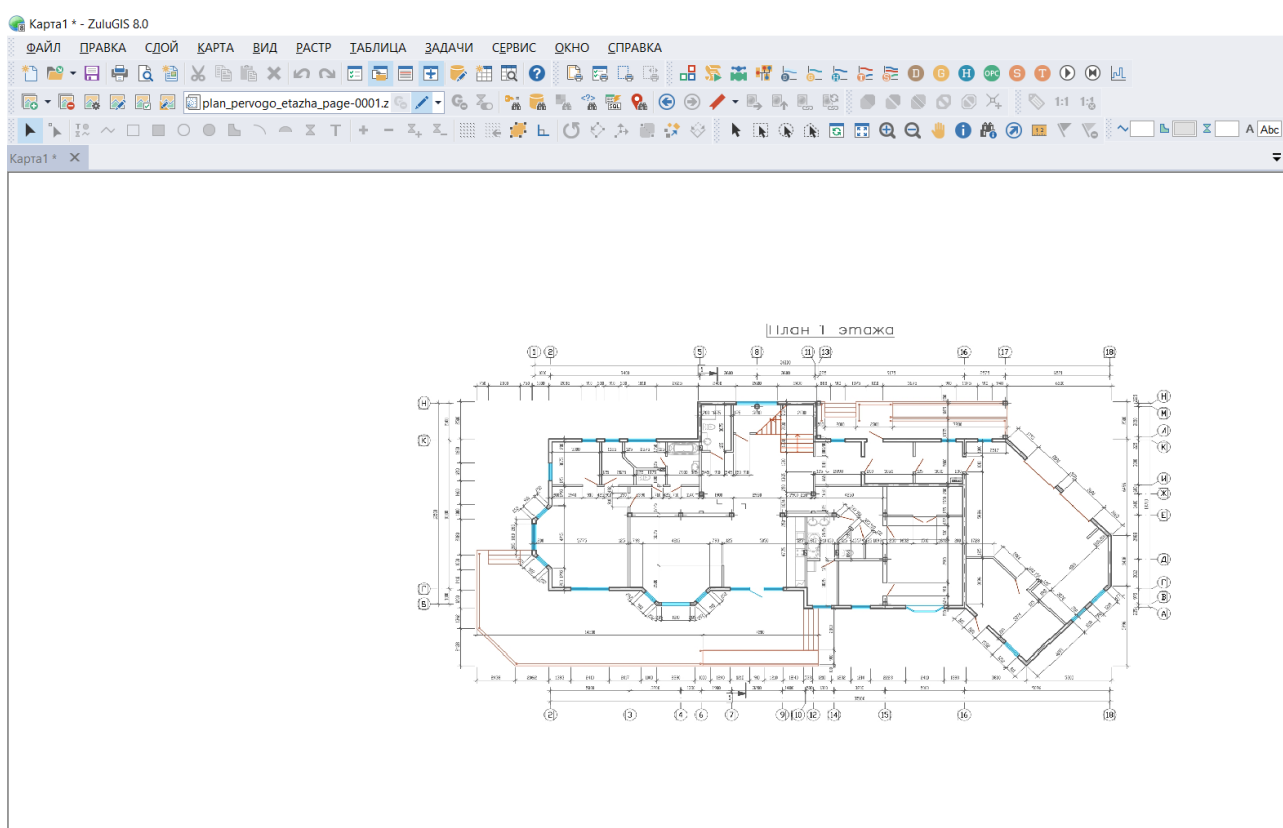


Рис. 4 – Вид добавленного изображения объекта строительства

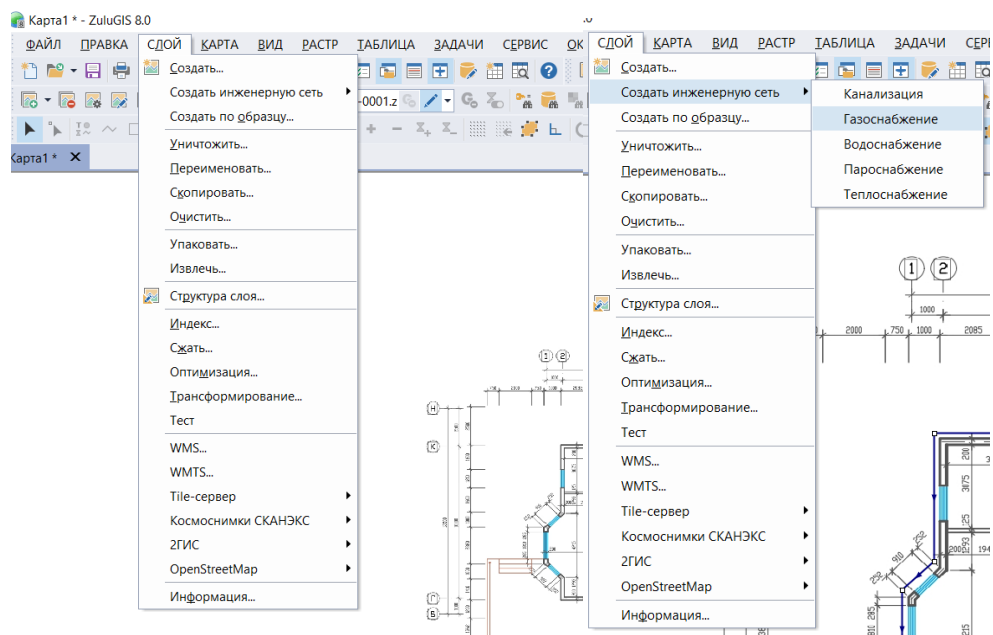


Рис. 5 – Создание слоя «Инженерная сеть»

После создания слоя инженерной сети, последует размещение основных технических устройств и сооружений (рисунок 6).

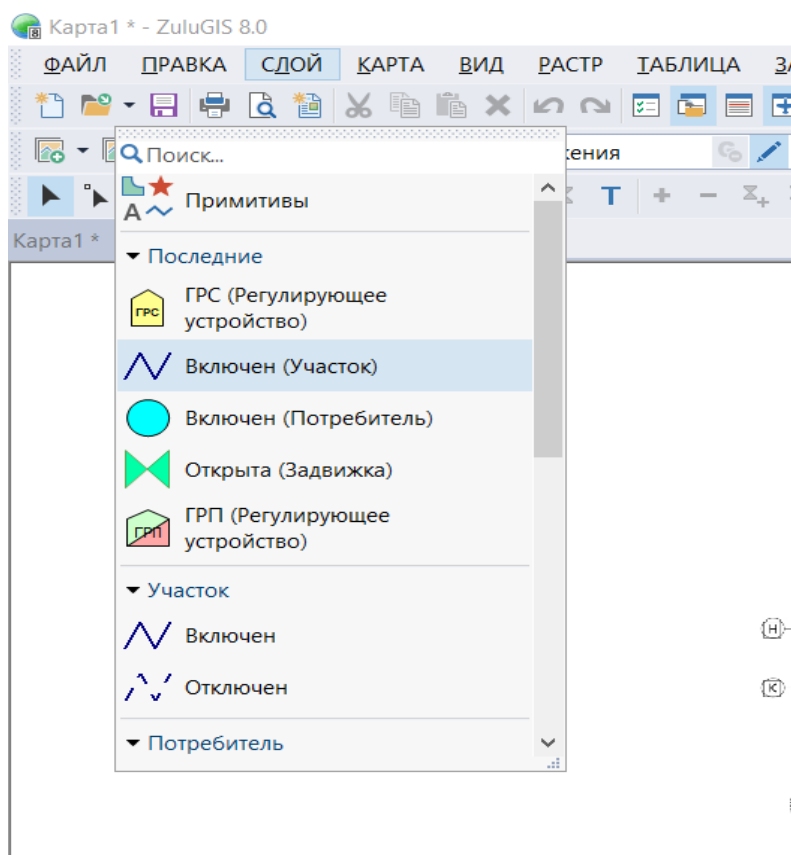


Рис. 6 – Выбор нужного комплекса средств для проектирования объекта строительства

На следующем этапе создание инженерных сетей является правильное разделение участков газопровода. Это важная часть при создании модели и повлияет на последующие расчёты. Для начала устанавливается газорегуляторный пункт (ГРП) и от него ведётся сеть газопотребления к газифицируемому дому (рисунки 7, 8).

На следующем этапе, после нанесения наземного газопровода (ввода в здание), необходимо разместить запорно-регулирующую арматуру (рисунки 8,9).

Это является заключительным этапом создания модели сети газоснабжения в программном комплексе ZuluGIS 8.0 [3]. В дальнейшем модель может быть использована для расчётов расхода газа и подбора необходимого оборудования.

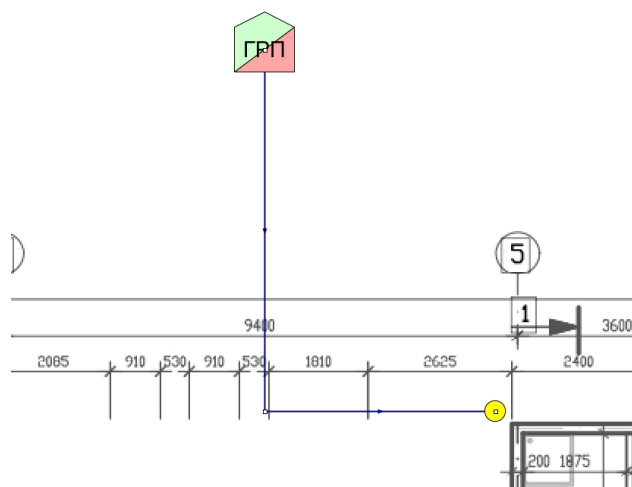


Рис. 7 – Размещение ГРП

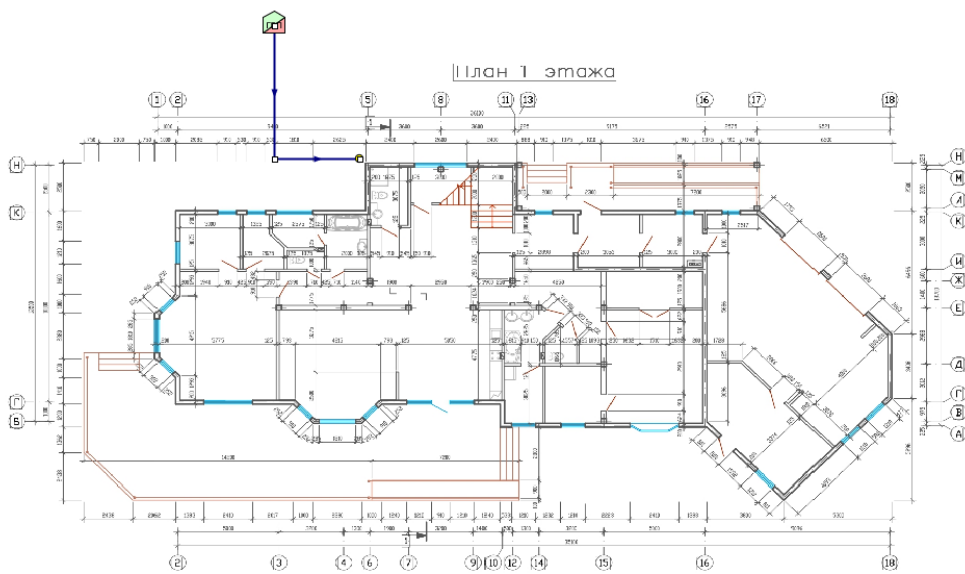


Рис. 8 – Ввод газопровода от ГРП в здание

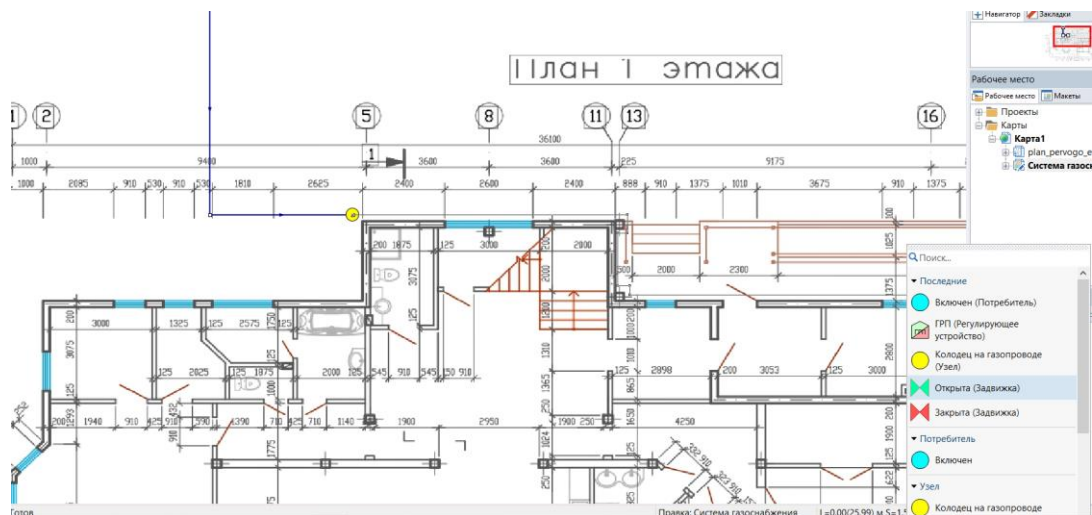


Рис. 8 – Нанесение сети газопотребления до задвижки №1

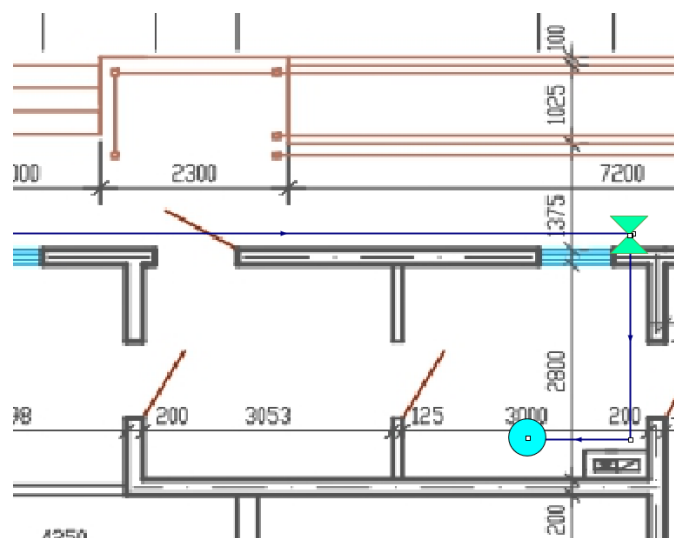


Рис. 9 – Нанесение сети газопотребления до первого потребителя в котельной

### Список литературы

1. ГОСТ Р 57563-2017/ISO/TS 12911:2012. Моделирование информационное в строительстве. Основные положения по разработке стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Введ. 2017-10-01. Москва: Стандартинформ, 2017. 32 с.

2. Деменев, А.В. Информационное моделирование при эксплуатации зданий и сооружений / А.В. Деменев, А.С. Артамонов // Элек-трон. науч. журнал. Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №3, 2015. - URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/29TVN315.pdf> (дата обращения 25.10.2022). – Текст : электронный.

3. Бунин, Н.С. Виды рисков и применение BIM-моделирования для снижения рисков инвестиционного проекта / Н.С. Бунин, И.А. Бахтина // Ползуновский альманах. 2022. № 1. С. 44 – 46.

УДК 674.816.2

**АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ ДРЕВЕСНО-МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ В СЕЛЬСКОМ ДОМОСТРОЕНИИ ХАКАСИИ**

Я.С. Макунина, С.Н. Долматов

*Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва*

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные аспекты применения древесно-минеральных композитов (ДМК) в индивидуальном жилищном строительстве на примере Республики Хакасия. В основные задачи лесопромышленного комплекса Хакасии входят целевое освоение лесных ресурсов с обеспечением весомого вклада в доходы региона, заготовка и переработка лесоматериалов с учетом требований экологичности и комплексного использования ресурсов. Установлено, что при решении вопросов логистики ДМК будут иметь устойчивый спрос и хорошие перспективы производства. С учетом запросов субъектов экономической деятельности и требований экологичности материалы исследования могут использоваться при решении вопросов обоснования производства строительных материалов на основе ДМК в условиях Хакасии.

**Ключевые слова:** древесно-минеральные композиты, домостроение, технологии, конкуренты, сырье, экология.

**ANALYSIS OF PROSPECTS FOR THE USE OF WOOD-MINERAL COMPOSITES IN RURAL HOUSING CONSTRUCTION IN KHAKASSIA**

Y.S. Makunina, S.N. Dolmatov

*Siberian State University of Science and Technology named after academician M.F. Reshetnev*

**Annotation.** The article discusses the main aspects of the use of wood-mineral composites (DMK) in individual housing construction on the example of the Republic of Khakassia. The main tasks of the timber industry complex of Khakassia include the targeted development of forest resources with a significant contribution to the region's revenues, harvesting and processing of timber, taking into account the requirements of environmental friendliness and integrated use of resources. It is established that when solving logistics issues, DMK will have a steady demand and good production prospects. Taking into account the requests of economic entities and environmental requirements, the research materials can be used in solving the issues of substantiation of the production of construction materials based on DMK in Khakassia.

**Keywords:** wood-mineral composites, housing construction, technologies, competitors, raw materials, ecology.

Республика Хакасия – это регион, обладающий высоким экономическим потенциалом благодаря разнообразию природных ресурсов. В регионе преобладает резко континентальный климат с холодной малоснежной зимой и жарким летом. Лесозаготовительная и деревообрабатывающая промышленность являются одними из ведущих отраслей лесной индустрии [1]. В лесопромышленном комплексе (ЛПК) региона производственную деятельность осуществляют более 80 организаций, в том числе 31 индивидуальный предприниматель. В связи с недостаточным развитием мощностей по глубокой переработке древесины структура лесопромышленной

отрасли несовершенна, значительная часть древесины не находит применения, а заготовленная древесина используется преимущественно (до 80%) в круглом виде или для производства пиломатериалов. Кроме того, отходы от общего объема заготавливаемой древесины составляют более 40% [2].

Факторы, которые сдерживают развитие отрасли: низкий технический уровень производства, отсутствие оборудования для глубокой переработки древесины, недостаточное наличие лесовозных дорог круглогодичного действия, низкая инвестиционная активность и др.

Между тем, в регионе существуют предприятия, которые помимо выпуска пиломатериалов занимаются производством мебельных заготовок, ДСП, ДВП, фанеры, а также блоков из древесно-минеральных композитов.

**Цель:** обосновать перспективы применения древесно-минеральных композитов в сельском домостроении Хакасии.

**Задачи:**

1. Определить объемы ввода в эксплуатацию объектов индивидуального жилищного строительства в СФО и Хакасии.
2. Осуществить анализ применяемых технологий и строительных материалов в Хакасии.
3. Изучить конкурентные преимущества ДМК, изготавливаемых на основе древесного сырья, в Республике Хакасия.

Увеличение потребностей и рост качества жизни населения, рост объемов вводимого в эксплуатацию жилья и промышленных объектов диктует необходимость увеличения номенклатуры и объемов выпуска строительных материалов, в том числе и материалов для малоэтажного строительства. За период с 2000 по 2019 год площади ввода в эксплуатацию жилых домов возросли более чем в 2,7 раза с 30,3 млн. м<sup>2</sup> до 82 млн. м<sup>2</sup> [3].

Индивидуальное жилищное строительство представляет собой возведение на земельном участке дома для проживания не выше 3-х этажей. На территории Республики Хакасия на июль 2022 года выявлено 33 строящихся застройщиками дома. В указанных домах строится 3 807 жилых единиц (квартир, блоков, апартаментов), совокупная площадь которых составляет 199 842 м<sup>2</sup> [4]. На 2020 год в СФО насчитывается 7488 тыс. м<sup>2</sup> общей площади жилых помещений, введенных в эксплуатацию, из которых в Хакасии 288 тыс. м<sup>2</sup> [5].

Стремительные темпы роста объемов жилищного строительства непременно способствуют развитию рынка строительных материалов, а также разработке новых перспективных строительных материалов с высокими эксплуатационными показателями. Индивидуальный застройщик, осуществляющий строительство за счет собственных или заемных средств, заинтересован в доступном и недорогом стройматериале, с высокими потребительскими и энергосберегающими качествами. Причем весьма желательно, чтобы такой материал производился максимально близко от места

предполагаемого строительства. Неизбежность развития технологий теплосбережения и экономичного строительства связана с постоянным ростом затрат на эксплуатацию зданий, удорожанием отопления, увеличением тарифов на электричество, газ, тепловую энергию [6].

Принципиально новые подходы к проектированию объектов индивидуального домостроения и их строительству связаны с внедрением ESG повестки и тенденций устойчивого развития, снижения выбросов оксида углерода и активного перехода на строительные материалы, изготовленные из углеродно-нейтрального сырья [7].

Строительные материалы, изготовленные с применением древесины, обоснованно считаются экологически безопасными, обеспечивающими комфортное и безопасное проживание людей. При увеличении объемов выпуска строительных материалов неизбежно возникает проблема увеличения объемов выбросов в атмосферу, т.е. так называемый «углеродный след» конечного продукта, в качестве которого может выступать как строительный материал, так и здание или сооружение в целом. Объекты промышленного и гражданского строительства генерируют до 40% годовых выбросов  $CO_2$  во всем мире. Из этого объема выбросов, на строительство приходится 28% ежегодно [8].

Строительство в России, как правило, подразумевает перемещение строительных материалов на значительные расстояния. При этом неизбежно формируется транспортная составляющая углеродного следа. Обоснованно существует необходимость производства строительных материалов из близко расположенных ресурсов, отходов промышленности и сельского хозяйства. Повышенное внимание вопросам экологичности строительства, тенденции комплексного использования сырья предопределяет перспективность развития производства строительных материалов на основе древесно-минеральных композиционных материалов [9,10].

Помимо экологичности, такие материалы имеют высокие теплоизоляционные показатели, что очень важно в условиях сурового климата Хакасии. Показатели термического сопротивления ограждающей конструкции из древесно-минеральных композитов на примере арболита составляют 1,52 ( $m^2 \cdot ^\circ C$ )/Вт, а опилкобетона 1,25 ( $m^2 \cdot ^\circ C$ )/Вт [11]. Для кирпичной кладки, сопоставимой толщины, коэффициент термического сопротивления составит 0,44 ( $m^2 \cdot ^\circ C$ )/Вт, что в 2,8...3,5 раза меньше.

Теплоизоляционные показатели ДМК практически не уступают таким сверхпопулярным в индивидуальном жилищном строительстве Хакасии материалам, как газо- и пенобетон. Однако, в современных реалиях, очень важным экологическим направлением является более полное использование древесной биомассы, то есть необходимо утилизировать (перерабатывать) отходы производства. Также для изготовления ДМК может использоваться низкокачественная древесина, что открывает новые пути для повышения экономики отдельных субъектов и страны в целом. Именно поэтому предпочтение стоит отдавать выпуску древесно-минеральных композитов.



В Хакасии имеется немало предприятий, которые занимаются производством строительных блоков (Бастион, Терем, ЗСМ НИКА, МЗСМ и др.). Технологии производства в целом похожи, но применяемое оборудование, определенный гранулометрический состав, точность дозировки и стоимость блоков, рынки сбыта, уровень маркетинга и пиара отличают производителей друг от друга.

Это можно рассмотреть на примере двух крупных предприятий по производству ДМК. Завод стеновых блоков и брусчатки «Бастион» и завод арболитовых изделий «Терем». Представленные компании занимаются производством различных строительных блоков и изделий из ДМК, однако у них различная технология изготовления и особый подход.

Продукция «Бастиона» представляет собой бетонные блоки, арболит, фундаментные блоки, межкомнатные вибропрессованные бетонные блоки и межквартирные вибропрессованные бетонные блоки [12]. Компания «Терем» производит арболитовые блоки, перемычки и панели из арболита [13]. Для сравнения этих фирм в качестве рассматриваемого объекта выступает блок из арболита, имеющий размеры 400\*300\*200 мм. Сравнительная характеристика представлена в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика арболитовых блоков

Основные показатели	Производители	
	«Бастион»	«Терем»
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	700	740-750
Вес, кг	16	20
Теплопроводность, Вт/м <sup>2</sup>	0,09	0,108-0,14
Морозостойкость	F 25	F 50
Водопоглощение	До 40 %	До 75 %
Огнестойкость	0,60	0,75-1,5ч
Прочность при сжатии, МПа	3,8	0,5-1,5
Цена за м <sup>3</sup> , руб	5000	6200

Исходя из данных таблицы 1 можно сделать определенные выводы:

1. Арболитовый блок завода «Терем» имеет большую плотность и вследствие этого большую массу. Строительные блоки компании «Бастион» имеют более худшую геометрию, вследствие чего при строительстве для выравнивания необходимо будет делать швы определенной толщины, следовательно, будут появляться, так называемые, мостики холода. «Терем» предлагает более качественные и геометрически правильные блоки.

2. Наиболее важными характеристиками, на которые потребители обращают особое внимание, являются: теплопроводность, морозостойкость, огнестойкость, горючесть, паропроницаемость и достаточное влагопоглощение.

Это понятно, так как желание построить дом, в котором летом будет прохладно без кондиционера, а зимой тепло, имеется абсолютно у каждого человека.

3. Цена одного блока компании «Терем» составляет 149 рублей, а компании «Бастион» - 125 рублей, 1 м<sup>3</sup> вмещает в себя 41 блок. Выходит, что за небольшую переплату можно приобрести качественный строительный материал, который будет нести хорошую службу долгие годы.

Главная проблема, с которой сталкиваются производители, это наличие слаборазвитой логистической сети. Например, для того чтобы перевезти железнодорожным транспортом готовую продукцию из Абакана (столица Хакасии) необходимо заключить как минимум 3 контракта, так как отсутствует отправка напрямую. Доставка автопоездами осуществляется в разы быстрее, однако, стоимость ее велика, а максимальная вместимость транспортного средства составляет около 20 т. Хакасия является, можно сказать, «тупиковым» регионом, из которого сначала нужно доставить продукцию до Красноярска, а оттуда уже в любую точку России. Учитывая, что ситуация в стране постоянно меняется и цены на строительные материалы из дерева постоянно колеблются (то возрастают, то снижаются), риск банкротства предприятий крайне высок. То есть закупка сырья происходит по высокой цене, в результате чего себестоимость готовой продукции также возрастает, затем происходит резкое снижение цен на древесину и предпринимателям необходимо подстраиваться, уменьшая стоимость материалов. Вследствие чего производители несут существенные убытки. Также для эффективного функционирования любого предприятия, необходимо обеспечить высокий спрос на продукцию не только в своем регионе, но и в других. Следовательно, стоит острая необходимость создания прямых логистических связей, налаживания систем инвестирования и стимулирования потребителей к приобретению ДМК (делая упор на экологичность строительного материала).

### **Выводы**

1. Объемы вводимого в эксплуатацию жилья в период с 2009 до 2019 года возросли более чем в 2,7 раза с 30,3 млн. м<sup>2</sup> до 82 млн. м<sup>2</sup>. То есть ввиду увеличения потребностей населения повышается качество жизни и индивидуальное жилищное занимает передовые позиции. На территории Республики Хакасия на июль 2022 года выявлено 33 строящихся застройщиками дома. В указанных домах строится 3 807 жилых единиц (квартир, блоков, апартаментов), совокупная площадь которых составляет 199 842 м<sup>2</sup> [4]. На 2020 год в СФО насчитывается 7488 тыс. м<sup>2</sup> общей площади жилых помещений, введенных в эксплуатацию, из которых в Хакасии 288 тыс. м<sup>2</sup> [5].

2. Древесно-минеральные композиты производятся с использованием отходов лесопиления, деревообработки и низкокачественной древесины, что обеспечивает экологичность строительных материалов. На территории Хакасии располагаются предприятия, выпускающие различные стройматериалы. Технологии изготовления ДМК существенно не различаются, но, безусловно,

есть некоторые особенности, которые присущи каждому отдельно взятому предприятию.

3. Теплоизоляционные показатели древесно-минеральных композитов практически не уступают таким сверхпопулярным в индивидуальном жилищном строительстве Хакасии материалам, как газо- и пенобетон. Использование ДМК в качестве основы при производстве строительных композитов расширяет спектр энергосберегающих технологий, предоставляет альтернативу в программах утилизации древесных отходов, высвобождает в строительстве значительное количество пиломатериалов, позволяет форсировать решение вопроса глубокой переработки древесины, а также делает возможным обеспечить население региона доступными и экологически чистыми строительными материалами.

### Список литературы

1. Самойлова Г.С., Т.К. и др. ХАКАСИЯ // Большая российская энциклопедия. - URL: <https://bigenc.ru/geography/text/5454659?ysclid=la0qqqr3e1476644151> (Дата обращения: 22.10.2022). – Текст : электронный.

2. О концепции комплексного развития лесоперерабатывающей отрасли Республики Хакасия от 27 июня 2007 года N 198. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/444909331?ysclid=la0qw54pho991101298> (Дата обращения: 24.10.2022). – Текст : электронный.

3. Россия в цифрах. 2020: Крат.стат.сб. / Росстат. - М., 2020. - 550 с.

4. Аналитический обзор – Республика Хакасия. - URL: <https://erzrf.ru/images/repfle/22063760001REPFILE.pdf> (Дата обращения: 19.10.2022). – Текст : электронный.

5. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2021: Р32 Стат. сб. / Росстат. М., 2021. – 1112 с.

6. Бескоровайна А.В. Зарубежный опыт применения энергосберегающих технологий в строительстве / А.В., Бескоровайна Э.Е. Семенова // Научный вестник Воронежского Государственного Архитектурно-строительного университета. Серия: высокие технологии. Экология. 2014. № 1. С. 118-120.

7. Dolmatov, S. N. Methods for reducing the carbon footprint of industrial and construction facilities / S. N. Dolmatov, P. G. Kolesnikov, N. V. Smertin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 6, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2021 года. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 042005. – DOI 10.1088/1755-1315/981/4/042005. – EDN TXYQMN.

8. Methods for reducing the carbon footprint of industrial and construction facilities. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 981. 042005. 10.1088/1755-1315/981/4/042005.

9. Наназашвили, И.Х. Арболит - эффективный строительный материал / И.Х. Наназашвили. М.: Стройиздат, 1984. 121 с.

10. Dolmatov, S & Nikonchuk, A & Gorbunova, S. (2020). Competition and management of wood-cement compositions among light concretes in the market of

construction materials. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 822. 012001. 10.1088/1757-899X/822/1/012001.

11. Долматов, С.Н. Исследование тепловой эффективности ограждающих конструкций из древесно-цементных композитов / С.Н. Долматов, П.Г. Колесников // Хвойные бореальной зоны. 2021. Т. 39. № 4. С. 294-299. – EDN CXUKFH.

12. Официальный сайт БАСТИОН. - URL: <http://xn---19-bdddrb0arjrmf7ap2m.xn--p1ai/sertif.htm> (Дата обращения: 12.10.2022). – Текст : электронный.

13. Официальный сайт ТЕРЕМ. - URL: <https://xn--19-mlca9awm.xn--p1ai/products/36928941> (Дата обращения: 12.10.2022). – Текст : электронный.

**УДК 697.9:004.94**

### **ПОДБОР СЕЧЕНИЙ ВОЗДУХОВОДОВ**

К.В. Матвеев<sup>1</sup>, Д.А. Мельникова<sup>1</sup>, И.А. Бахтина<sup>1</sup>, Н.В. Гейко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Алтайский государственный технический университет им. И.И.*

*Ползунова*

<sup>2</sup>*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** Рассмотрены принципы подбора сечения воздуховодов при проектировании систем вентиляции.

**Ключевые слова:** система вентиляции, воздуховод, скорость воздуха, сечение воздуховода, подбор.

### **SELECTION OF SECTIONS OF AIR DUCTS**

K.V. Matveev<sup>1</sup>, D.A. Melnikova<sup>1</sup>, I.A. Bakhtina<sup>1</sup>, N.V. Geiko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Altai State Technical University named after I.I. Polzunova*

<sup>2</sup>*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"*

**Annotation.** The principles of selecting the section of air ducts in the design of ventilation systems are considered.

**Keywords:** ventilation system, air duct, air velocity, air duct cross-section, selection.

Для определения сечения воздуховода общеобменной вентиляции необходимо знать допустимые параметры для устройства шахты (ширина и высота) и расход воздуха на участке сети [1, 2]. Исходя из условий для устройства шахты со стороны архитектурных и конструктивных решений, подбирается максимально допустимая длина стороны воздуховода, к примеру, для шахты шириной 1000 мм и длиной 600 мм, максимальная длина стороны воздуховода может составлять 500 мм. После определения максимальной

сторону воздуховода подбирается вторая сторона воздуховода, исходя из требований обеспечения рекомендуемой скорости воздуха в воздуховоде [3] и максимального отношения высоты и ширины воздуховода равного 1 к 4 [3] (одна сторона воздуховода может быть больше другой стороны не более чем в 4 раза).

Скорость воздуха в воздуховоде рассчитывается по формуле:

$$v = \frac{L/F}{3600},$$

где L – расход воздуха в м<sup>3</sup>/ч;

F – площадь проходного сечения воздуховода (для прямоугольного воздуховода равна AxB).

3600 – переводной коэффициент.

Для оптимизации процесса подсчёта скорости воздуха в воздуховоде можно воспользоваться различными онлайн калькуляторами, пример приведён на рисунке 1.

При определении размеров воздуховодов систем противодымной вентиляции рекомендуется принимать скорость воздуха в элементах системы не более 11 м/с [4, 5]. Подбирать размер воздуховода необходимо начиная с определения размера нормально-закрытого клапана. При определении размера клапана системы дымоудаления необходимо учитывать расположение клапана в модели относительно верха двери эвакуационного выхода (нижняя часть клапана не может находиться ниже отметки верха двери эвакуационного выхода) и подшивного потолка. Скорость воздуха в клапане рассчитывается аналогично скорости воздуха в воздуховоде, за площадь проходного сечения принимается площадь проходного сечения клапана, которую необходимо смотреть на сайте завода изготовителя. Максимальную высоту клапана системы компенсации дымоудаления рассчитывают исходя из обеспечения расстояния между верхом клапана системы приточной и низом клапана системы дымоудаления не менее 1,5 м, и расстоянием между клапаном и полом 100-200 мм. При малой высоте этажа клапаны систем противодымной вентиляции имеют большую ширину и меньшую высоту. Меньшие потери в сети будут достигаться при соотношении сторон клапана 1 к 1. При невозможности соблюдать условия обеспечения расстояния между клапанами 1,5 м, проектировщикам раздела АР (архитектурные решения) выдаётся задание на устройство специальных ниш в подшивном потолке, при этом клапан дымоудаления поднимается ближе к плите перекрытия, либо устанавливается в плоскости подшивного потолка, если возможно подвести к нему воздуховод, как это показано на рисунке 2.

## Программа аэродинамического расчета сети воздуховодов

### Порядок расчета:

Выбрать необходимый участок  
 По порядку заполнить поля "Расход.."(п.2), "Длина.."(п.3)  
 Выбрать "Тип сечения"(п.4) и заполнить размеры(п.5/6)  
 После этого уже выбрать "Тип местного сопротивления"(п.15)

Температура внутреннего воздуха (°C), "t <sub>вн</sub> "	20
Плотность внутреннего воздуха (кг/м <sup>3</sup> ), "ρ <sub>вн</sub> "	1.205
Коэффициент динамической вязкости воздуха (м <sup>2</sup> /с), "μ"	0.0000180258
Коэффициент кинематической вязкости воздуха (м <sup>2</sup> /с), "ν"	0.0000149619
Материал воздуховода	Листовая сталь ▾
Абсолютная эквивалентная шероховатость (мм), "β <sub>ш</sub> "	0.1

№ уч.	Расход (м <sup>3</sup> /ч), "L"	Длина участка (м), "L"	Размеры сечений воздуховодов					Скорость расчетная (м/с), "V <sub>рас</sub> "	Число Рейнольдса, "R <sub>ср</sub> "	Кэф. сопротив ления трению, "λ"	Потери давления на трение		Динами ческое давление (Па), "P <sub>дин</sub> "	Тип местного сопротивления	Сумма коэф. местных сопр., "Σξ"	Потери давления (Па)		19
			Тип сечения	A/D (мм)	B (мм)	Площадь сечения зад. (м <sup>2</sup> ), "F <sub>зад</sub> "	Экв. диаметр (мм), "D <sub>э</sub> "				Удельные потери (Па/м), "R"	С учетом шерохова тости (Па), "R <sub>ш</sub> "				мест. сопротив. "Z"	сум- марно "ΣZ"	
1	140	0	Прям ▾	100	100	0.01	100.00	3.89	25999.37	0.03	2.74	0.00	9.12	+	0	0.00	0.00	0

Рис.1 – Пример онлайн калькулятора для подсчёта скорости воздуха в воздуховоде



Рис. 2 – Клапан дымоудаления в подшивном потолке

Подбор сечения воздуховода систем противодымной вентиляции аналогично системам общеобменной вентиляции, при соблюдении условия, что поэтажный клапан для системы противопожарной вентиляции должен быть не шире воздуховода, в который врезается клапан, иначе возникнут проблемы при монтаже системы, либо система не будет функционировать.

После определения размеров воздуховодов и их местоположения в модели здания формируется задание проектировщикам разделов АР и КР (конструктивные решения) с пометками об изменениях предполагаемых размеров шахт и зашивок. Если задание не согласовывается смежными разделами, подбираются другие размеры воздуховодов и их местоположение в модели и формируется повторное задание.

## Список литературы

1. Матвеев, К.В. Противопожарные мероприятия в системе общеобменной вентиляции жилых многоквартирных зданий / К.В. Матвеев, В.В. Попова, И.А. Бахтина. Наука и молодежь : Том 1. Инженерно-технические науки, часть 2 : материалы XIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (18–22 апреля 2022 года, г. Барнаул) / Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова. Барнаул : АлтГТУ, 2022. С. 122 – 125.
2. Матвеев, К.В. Расчет систем противопожарной вентиляции с механическим побуждением воздуха при создании информационной модели жилого многоквартирного здания / К.В. Матвеев, И.А. Бахтина // Ползуновский альманах. 2022. № 1. С. 127 – 129.
3. СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование: актуализированная редакция СНиП 41-01-2003: дата введения 2021-07-01.
4. Свод правил: СП 7.13330.2013. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности: дата введения 2013-02-25.
5. Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий / Методические рекомендации к СП 7.13130.2013 // ВНИИПО, 2013. С. 39-48.

### УДК 624.011.2

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЖЕСТКИХ ОПОРНЫХ УЗЛОВ ДЕРЕВЯННЫХ СТОЕК РАМ СТОЕЧНО-БАЛОЧНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ СТАТИЧЕСКИХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ НАГРУЗКАХ НА РИГЕЛЬ

О.А. Михайленко

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** Представлены результаты конечно-элементного исследования напряженно-деформированного состояния в древесине жестких опорных узлов защемления стоек рам стоечно-балочной системы при статических вертикальных нагрузках на ригель. Принята численная модель с известным конструктивным решением узла с последующими ее усовершенствованиями. Сопоставлены результаты расчетов при разных модификациях конструкций узлов.

**Ключевые слова:** *напряженно-деформированное состояние, анизотропия древесины, деревянные стойки, жесткие опорные узлы, узловые детали.*

## RESEARCH OF THE WORK OF RIGID SUPPORT ASSEMBLY OF WOODEN RACKS OF THE FRAME OF THE RACK AND BEAM SYSTEM UNDER STATIC VERTICAL LOADS ON THE CAM

O.A. Mikhailenko

*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"*

**Abstract.** The paper presents the results of a finite element study of the stress-strain state in wood of rigid supporting nodes of pinching of racks of frames of a rack-and-beam system under static vertical loads on the crossbar. A numerical model with a well-known constructive solution of the assembly was adopted with its subsequent improvements. The results of calculations for different modifications of the node structures are compared.

**Keywords:** stress-strain state, wood anisotropy, wooden posts, rigid support units, key details.

Рамы стоечно-балочной системы с жесткими сопряжениями стоек в фундаментах и с шарнирными опираниями ригелей получили широкое распространение. Конструктивно обеспечить жесткое защемление деревянной стойки в фундаменте может вызывать трудности, связанные с возможной податливостью таких узлов и с повышенной деформированностью при работе на внецентренное сжатие или сжатие с изгибом (согласно [1], деревянные внецентренно-сжатые и сжато-изгибаемые элементы рассчитывают по деформированной схеме). На рисунке 1 представлен известный вариант конструктивного решения жесткого защемления деревянной стойки в фундаменте [2]. В данном случае изгибающий момент воспринимается стойкой в виде горизонтальной пары сил через жесткие шайбы (на рисунке, - поз. 5) с передачей давления поперек волокон древесины. Повышенная деформативность подобных жестких узлов может быть связана с пластической («рыхлой») работой древесины поперек волокон при передаче давления через относительно жесткие стальные шайбы. Кроме того, можно отметить следующее: например, в работе [3] (где исследовалось сложное напряженно-деформированное состояние в древесине при местной передаче усилий на торцы клееных деревянных элементов), указывалось на появление под краями подобных жестких узловых деталей концентраторов нормальных и скальвающих напряжений, способствующих разрушению древесины в конструкциях. Одним из решений данной проблемы может быть применение в качестве узловых деталей, - шайб с переменной изгибной жесткостью различных типов [3]. Другим перспективным решением может оказаться использование в узлах подобного рода, - амортизирующих прокладок из жесткой (твердой) резины [4].

В работе представлены некоторые результаты численных исследований (с использованием ПК «ЛИРА-САПР» [5]) напряженного состояния в древесине под шайбами разных типов (включая использование жестких амортизирующих прокладок) аналогичных жестких узлов сопряжения стоек с фундаментом.



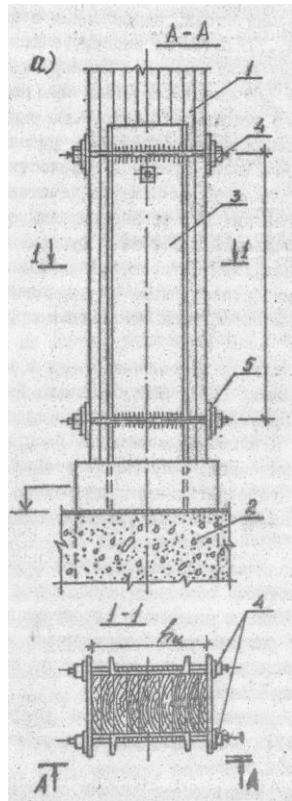


Рис. 1. Жесткий узел сопряжения деревянной клееной стойки с фундаментом с помощью парных стальных пасынков:  
 (1 – деревянная клееная стойка; 2 – фундамент; 3 – стальные пасынки; 4 – стяжные шпильки; 5 – жесткие шайбы)

В моделях задавались статические вертикальные нагрузки на ригель рамы. Расчеты моделей конструкций были построены как решение плоской задачи теории упругости в линейной постановке. Для исследования была принята модель двухшарнирной дощатоклеёной рамы пролетом 18 м, высотой колонны 6 м, размерами сечения колонны 150x450 мм, ригеля – 150x800 мм. Колонна включала две консоли: в верхней точке, и на расстоянии 4.56 м от низа колонны. Вылет консоли – 180 мм, сечение – 150x450 мм. Сопряжение ригеля с колонной было принято шарнирным. Первоначально, рама загружалась сосредоточенной статической нагрузкой  $P = 67,5$  кН в 4 точки ригеля, равноудаленных друг от друга и от его торцов (что моделировало нагрузку от прогонов покрытия) и сосредоточенной статической нагрузкой  $P = 100$ кН, приложенной к серединам нижних консолей колонн. Последняя нагрузка моделировала давление от кранового оборудования. Жесткий узел сопряжения стойки с фундаментом был смоделирован с помощью жестких стальных шайб-штампов размерами 80x80x150 мм, расположенными друг от друга на расстоянии  $h_0=1$  м, исходя из следующих условий [6]:

$$\begin{cases} h_0 > 0,1H \\ h_0 > 2h \end{cases} \quad (1)$$

где  $h_0$  – расстояние между осями штампов;  
 $H$  – высота колонны;  
 $h$  – высота сечения колонны.

Колонны в расчетной схеме были дискретизированы на четырехугольные конечные элементы оболочки размером 10x10 мм. Жесткостные характеристики для них были заданы как для ортотропного тела [7]:  $E_x = 400\text{МПа}$ ;  $E_y = 10000\text{МПа}$ ;  $G_{xy} = 500\text{МПа}$ ;  $\nu_{xy} = 0,45$ ;  $\nu_{yx} = 0,018$ , согласно [1]. Для жесткого стального штампа и других узловых шайб были заданы следующие расчетные параметры:  $E = 2,06 \cdot 10^5\text{МПа}$ ,  $\nu = 0,3$  [8].

Ригель в расчетной схеме состоял из стержневых конечных элементов размерами 10 см и параметрами жесткости:  $E = 10000\text{МПа}$ , сечение 150x800 мм (рис. 2, а).

Следует отметить, что высота штампа была определена из условия смятия им древесины поперёк волокон [1]:

$$\sigma_{90} = \frac{H}{A_{cm}} \leq R_{cm90} \quad (2)$$

где  $\sigma_{90}$  – напряжения смятия поперек (под углом  $90^\circ$  к волокнам) волокон древесины;

$H$  – горизонтальная составляющая пары сил;

$A_{cm}$  – площадь контакта смятия;

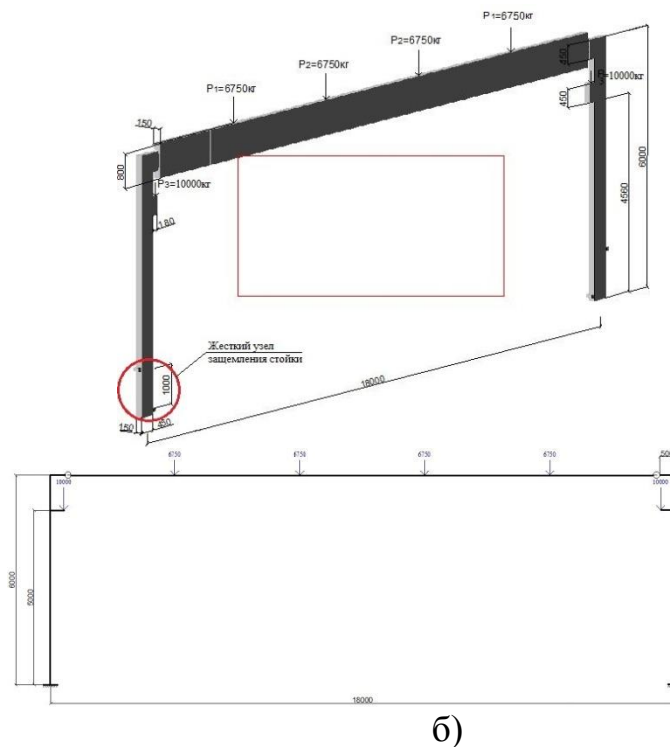
$R_{cm90}$  – расчетное сопротивление местному смятию под шайбами поперек волокон древесины;  $R_{cm90} = 4\text{МПа}$ , согласно [1];

$$H = \frac{M}{h_0} \quad (3)$$

где  $M$  – момент в нижней точке защемления стойки в фундаменте;

$h_0$  – расстояние между осями штампов (плечо пары сил).

Для нахождения изгибающего момента в нижней точке защемления стойки в фундаменте была создана и рассчитана стержневая модель рамы с габаритами, жесткостями и нагрузками аналогичными расчетной схеме, составленной из конечных элементов оболочки. Размеры конечных элементов составляли 10 см. Опираие колонн в раме – жесткое (рис. 2, б).



а)

б)

Рис. 2. Расчетные модели деревянной рамы стоечно-балочной системы: а) со стойками из конечных элементов оболочки; б) из стержневых конечных элементов

В результате статического расчета стержневой модели, момент в нижней точке защемления стойки в фундаменте оказался равным:  $M = 370650 \text{ кг} \cdot \text{см} = 37,07 \text{ кН} \cdot \text{м}$ . Тогда по условию (3):

$$H = \frac{M}{h_0} = \frac{370650}{100} = 3706.5 \text{ кг} = 37,07 \text{ кН}$$

Из условия (2):

$$h_{см} = \frac{H}{b_{см} \cdot R_{см90}}, \quad (4)$$

$$h_{см} = \frac{3706.5}{15 \cdot 40} = 6.2 \text{ см}$$

Принято  $h_{см} = 8 \text{ см}$ .

Следует отметить, что при предварительном расчете рамы в местах контакта жестких штампов с древесиной стоек были использованы двухузловые конечные элементы односторонней упругой связи между

соответствующими узлами (рис. 3). Было установлено, что в двухузловых конечных элементах под отдельным верхними и нижними штампами возникали растягивающие усилия. Это не соответствовало реальной работе конструкции, поэтому для корректной работы модели штампы с растяжением в контактных двухузловых элементах были удалены из расчетной схемы.

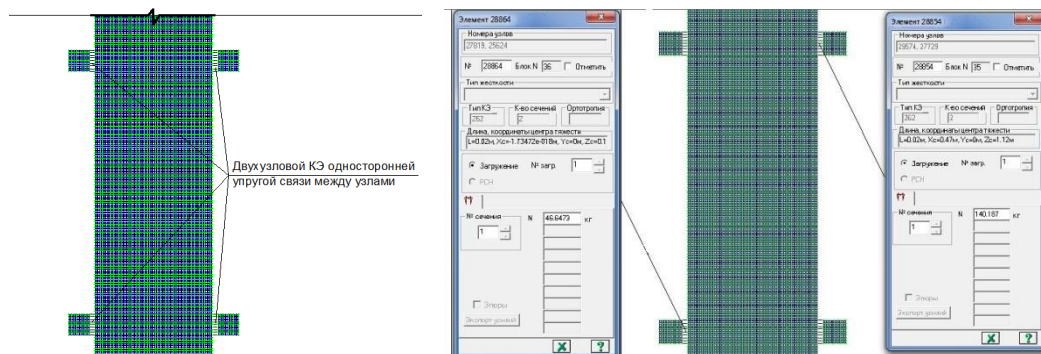
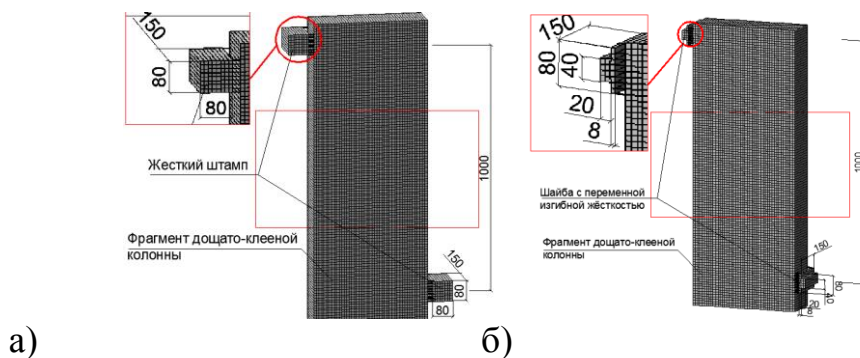


Рис. 3. Использование двухузловых конечных элементов с односторонней упругой связью в расчетной модели опорного узла и растягивающие усилия в этих элементах

В расчетах определялось напряженно-деформированное состояние в древесине под верхней шайбой (как наиболее нагруженной) узла сопряжения стойки с фундаментом на расстоянии 10 мм от поверхности. Рассмотрены четыре типа шайб (рис. 4):

- 1) жесткий стальной штамп (рис. 4, а);
- 2) шайба с переменной изгибной жесткостью с передачей усилия через жесткую конструкцию (толщина шайбы 8мм, высота жесткой конструкции 20 мм) (рис. 4, б);
- 3) аналогичная второму типу, шайба переменной изгибной жесткости с прокладкой из твердой резины толщиной 20 мм (рис. 4, в);
- 4) аналогичная второму типу, шайба переменной изгибной жесткости с прокладкой из твердой резины толщиной 40 мм (рис. 4, г).



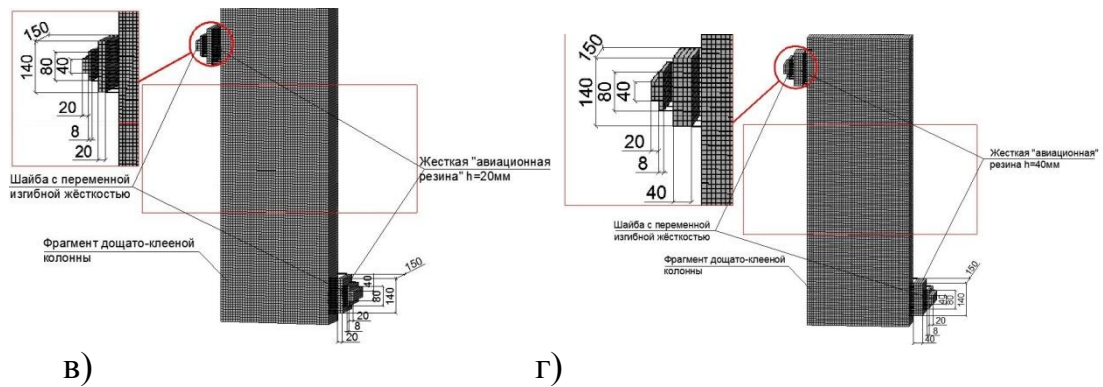


Рис. 4. Типы узловых шайб, используемые в моделях опорного жесткого узла

В результате расчетов установлено, что в торце древесины под краями жесткого штампа (аналога традиционных шайб) возникает концентрация напряжений. Эпюры нормальных (действующих поперек и вдоль волокон) и касательных напряжений в древесине показаны на рисунке 5.

Из рисунка 5 а, видно, что нормальные напряжения поперек волокон  $\sigma_{90}$  и касательные напряжения  $\tau_{ск.90}$  под кромками жесткого штампа достигли резко выраженных величин, близких к предельным.

В модели с использованием составной шайбы переменной изгибной жесткости с передачей усилия через жесткую конструкцию (толщина шайбы 8 мм, высота жесткой конструкции 20 мм) жёсткостные характеристики, также, как и для жёсткого штампа были приняты  $E = 2,06 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ ,  $\nu = 0,3$ , согласно [8]. Следует отметить, что толщина шайбы и высота жёсткой конструкции были приняты из следующих условий, согласно [3]:

$$\frac{h_{ш}}{20} \leq \delta \leq \frac{h_{ш}}{10}, \quad (5)$$

$$b \leq (0,4 \div 0,5)h_{ш}, \quad (6)$$

где  $h_{ш}$  - высота шайбы;

$\delta$  - толщина шайбы;

$b$  - высота жёсткой конструкции;

$$\frac{80}{20} \leq \delta \leq \frac{80}{10}, \quad (7)$$

$$4 \text{ мм} \leq \delta \leq 8 \text{ мм}$$

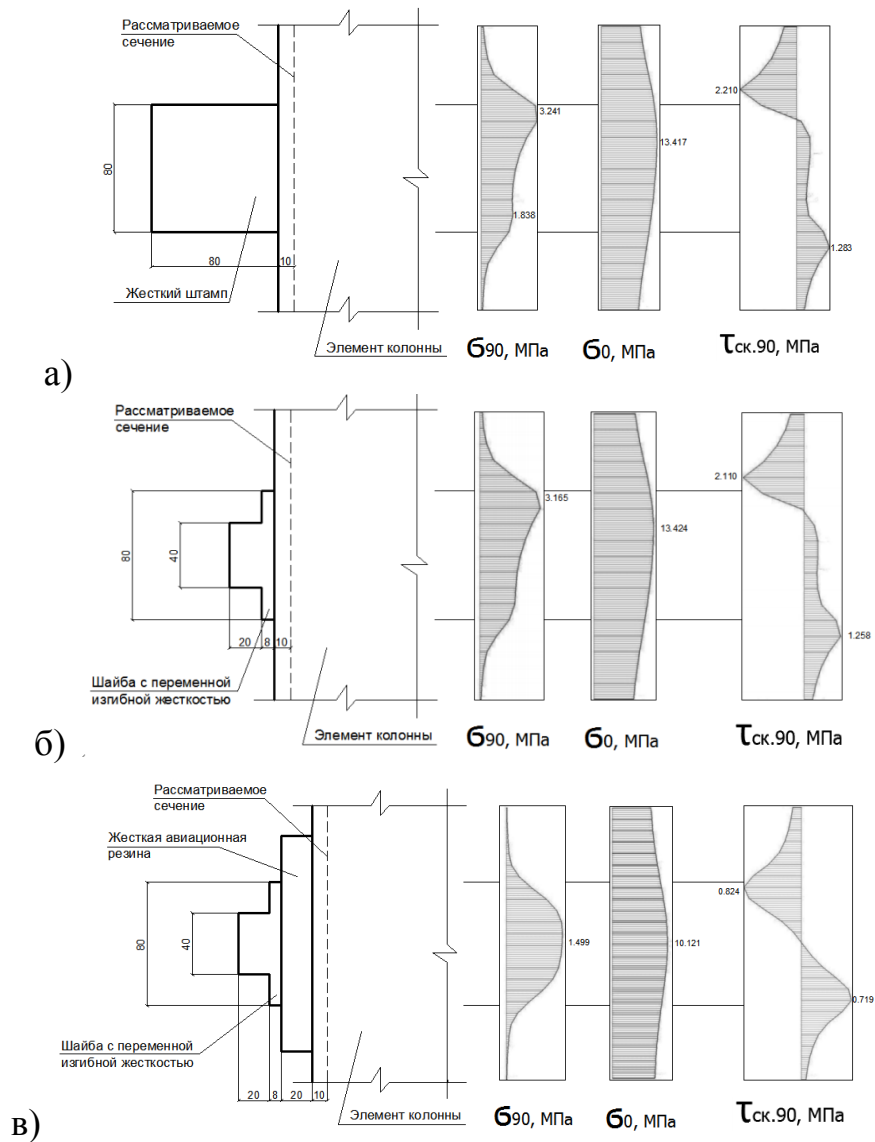
Принято  $\delta = 8 \text{ мм}$ ;

$$b \leq (0,4 \div 0,5) \cdot 80,$$

$$b \leq 32 \div 40 \text{ мм}$$

Принято  $b = 20 \text{ мм}$ .

В результате расчета модели с составной шайбой переменной изгибной жесткости установлено, что нормальные напряжения, действующие поперек волокон и касательные напряжения несколько снизились (рис. 5, б). Незначительный эффект в данном случае можно объяснить тем, что рекомендации по конструированию составных шайб с переменной изгибной жесткостью (условия 5-7), согласно [3], касались случая местной передачи давлений через шайбы в продольном направлении по отношению к волокнам. Работа же древесины поперек волокон сопряжена с куда большей деформативностью, следовательно в данной ситуации требуется отдельная конструктивная оптимизация параметров узловых шайб.



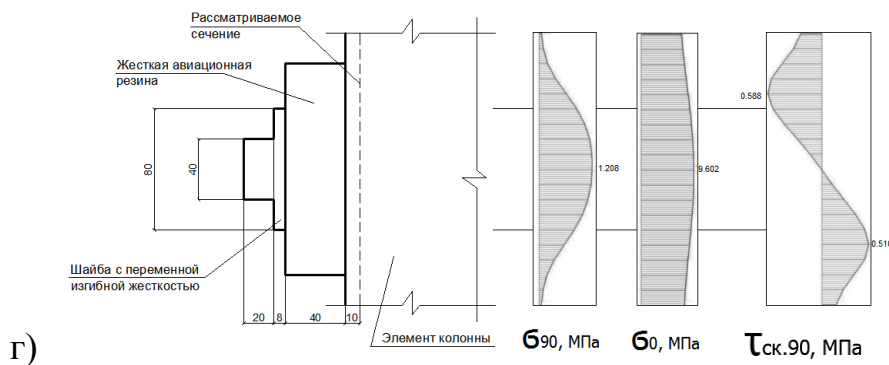


Рис. 5. Эпюры напряжений: нормальных поперек волокон ( $\sigma_{90}$ ), нормальных вдоль волокон ( $\sigma_0$ ) и касательных ( $\tau_{ск.90}$ ) под жестким штампом (а), под составной шайбой с переменной изгибной жёсткостью (б), под составной шайбой с переменной изгибной жёсткостью и прокладкой из жесткой резины толщиной 20 мм (в) и 40 мм (г)

Существенно положительный результат был достигнут при использовании в узлах твердой резины. Она устраивалась как прокладка между деревянной стойкой и составной шайбой переменной изгибной жесткости. Следует отметить, что было достаточно, чтобы резина выступала за края шайбы на величину равную не менее трёх толщин пластины. Такой прием позволил значительно снизить нормальные  $\sigma_{90}$  и касательные  $\tau_{ск.90}$  напряжения в древесине опорного узла. Для твердой резины в конечно-элементных моделях были приняты следующие жесткостные характеристики:  $E = 20 \text{ МПа}$ ;  $\nu = 0,45$  [4]. На рисунках 5, в и 5, г представлены результаты такого расчета для случая с толщиной резины 2 см и 4 см, соответственно (при условии, что между шайбой, резиной и торцом деревянного элемента проложены антифрикционные прокладки, моделирующие отсутствие трения по контакту). При наличии таких резиновых прокладок нормальные ( $\sigma_0$ ,  $\sigma_{90}$ ) и скалывающие ( $\tau_{ск}$ ) напряжения значительно уменьшаются (таблица 1). Кроме того, напряжения при этом носят более равномерный характер. Из рассмотренных случаев оптимальным оказалось решение с использованием твердой резины толщиной равной 4 см при наименьших величинах напряжений.

Таблица 1  
Сравнительный анализ напряженного состояния в древесине опорного жесткого узла под различными деталями

Вид узловой детали	Напряжения, %		
	$\sigma_{90}$	$\sigma_0$	$\tau_{ск.90}$
1	2	3	4
Жесткий штамп	100	100	100
Шайба с переменной изгибной жесткостью (толщина шайбы 8 мм, высота жесткой конструкции 20 мм)	97,7	100	95,5

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Аналогичная шайба переменной изгибной жесткости с прокладкой из жесткой резины толщиной 20 мм	46,3	75,4	37,3
Аналогичная шайба переменной изгибной жесткости с прокладкой из жесткой резины толщиной 40 мм	37,3	71,6	26,6

**Выводы:**

По результатам выполненного численного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Традиционно, в опорных защемлениях деревянных стоек рам стоечно-балочной системы распределительные узловые шайбы выполняют жесткими. Под этими жесткими шайбами, по сути, штампами, передающими давление в направлении поперек волокон древесины, возникает сложное напряженно-деформированное состояние с концентрацией нормальных и касательных напряжений, что может способствовать деформативности и разрушению опорных узлов.

2. Использование в подобных узлах шайб с переменной изгибной жесткостью может снизить напряженно-деформированное состояние. Однако в данном случае требуется конструктивная оптимизация таких шайб, именно при местной работе древесины на смятие поперек волокон.

3. Подкладка под шайбы с переменной изгибной жесткостью амортизирующих деталей (например, прокладок из жесткой резины) позволяет значительно снизить как нормальные (действующие поперек волокон), так и касательные напряжения; причем достаточно, чтобы такая прокладка выходила за края шайб на расстояние трех толщин.

В качестве перспектив дальнейших исследований по данному направлению можно выделить работу подобных узлов деревянных конструкций при динамических (например, ударных, сейсмических и т.п.) нагрузках.

### **Список литературы**

1. СП 64.13330.2017. Свод правил. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. М.: Минстрой России, 2017. – 97с.
2. Шмидт, А. Б. Атлас строительных конструкций из клеёной древесины и водостойкой фанеры: учебное пособие. / А.Б., Шмидт, П.А. Дмитриев. Москва: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2002. – 292 с., ил.
3. Михайленко, О.А. Работа узловых сопряжений деревянных конструкций при передаче усилий на торцы клееных элементов. Дис. на соиск. учен.степ. канд. техн. наук: 05.23.01 / Михайленко Олег Анатольевич. Новосибирск, 2005. – 183 с.



4. Александров, В. Г. Справочник по авиационным материалам и технологии их применения / В. Г. Александров, Б. И. Базанов. М.: Транспорт, 1979. – 263 с.

5. Программа ЛИРА-САПР, МОНОМАХ-САПР / Программы для расчета и проектирования конструкций. - URL: <https://www.lirasapr.com/> (дата обращения 25.10.2022). – Текст : электронный.

6. Шмидт А.Б., Халтурин Ю.В., Пантюшина Л.Н. 15 примеров расчета деревянных конструкций для курсовых и дипломных проектов: учебное пособие / А.Б. Шмидт, Ю.В. Халтурин, Л.Н. Пантюшина // АлтГТУ им. И.И. Ползунова. Барнаул: изд-во АлтГТУ, 1997, - 86 с., ил.

7. Ашкенази, Е. К. Анизотропия древесины и древесных материалов. / Е.К. Ашкенази. М.: Лесная промышленность, 1978. – 224 с.

8. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции: Актуализированная редакция СНиП II -23-81\*: Дата введения 2017-08-28. М.: Стандартинформ, 2017. - 140 с. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/456069588> (дата обращения 25.10.2022). – Текст : электронный.

**УДК 696.4 : 697.3 : 697.5**

## **УСТРОЙСТВО МОДУЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ**

В.А. Перепечин, О.А. Михайленко

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** В статье рассматривается быстровозводимая котельная установка, ее производство и монтаж. Представлено устройство модульной котельной установки, ее развитие и модернизация. Рассмотрены основные проблемы строительства модульной котельной установки.

**Ключевые слова:** строительство, котельные установки, новые технологии

## **DEVICE OF MODULAR BOILER ROOMS**

V.A. Perepechin, O.A. Mikhailenko

*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"*

**Abstract.** The article deals with a prefabricated boiler plant, its production and installation. The device of a modular boiler plant, its development and modernization are presented. The main problems of building a modular boiler plant are considered.

**Keywords:** construction, boiler plants, new technologies.

### **Введение**

В 1763г. русский теплотехник И.И. Ползунов впервые построил двухцилиндровую паровую машину, применил автомат питания и построил для получения пара котел собственной конструкции [1].

В настоящее время стремительный рост крупных городов и освоение строительными компаниями северных территорий делает строительство модульных котельных установок все более актуальным. Зачастую под монтаж отводится территория, расположенная далеко от цивилизации с негативным влиянием отрицательных температур. Обычно застройка таких территорий становится необходимой для промышленных, рудных и нефтегазовых предприятий.

Модульность объектов строительства является одной из наиболее подходящих технологий для возведения зданий и сооружений на Севере. Главное ее преимущество, - это строительство в кратчайшие сроки. Кроме этого, к достоинствам модульных зданий можно отнести минимальную материало- и трудоемкость, повышенную безопасность зданий, экологичность и долговечность сооружений [2].

Уменьшение трудозатрат и сроков выполнения работ является одной из главных задач при строительстве промышленных сооружений. Когда речь идет о таких проектах, то повышению спроса будет способствовать минимальное количество времени на строительство, что и делает технологии инновационными.

Котельные установки считаются одним из тех сооружений, которые являются срочными и жизненно важными объектами строительства, без которых не обходится ни одно предприятие.

Модульные котельные установки (МКУ) служат для обеспечения горячим водоснабжением, отоплением и паром высокого давления производственных и жилых зданий, объектов культурно-бытового и социального назначения (рис. 1).

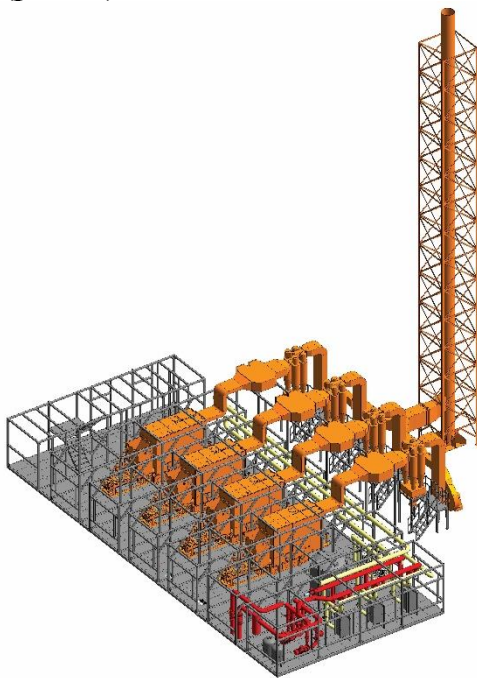


Рис. 1. Схема модульной котельной установки

МКУ – это транспортабельная установка. Благодаря максимальной заводской готовности модулей котельной значительно минимизируются строительно-монтажные работы. МКУ включает в себя готовый комплект оборудования, требуемый для обеспечения бесперебойного функционирования. МКУ может быть совершенно независимой и автономной, не привязанной к устаревшим коммуникациям и способной производить экологически недорогую энергию. МКУ бывают отдельно стоящими, крышными, встроенными или пристроенными к любому зданию. Сама установка состоит из котельных модулей (рис. 2), которые изготавливаются на заводе и имеют одинаковые габаритные размеры.

Преимущества модульных котельных установок: скорость возведения конструкций; удобство в монтаже (при выполнении легких соединений друг с другом); мобильность и транспортировка; возможность встраивания в здания.

### **Конструкции модульной котельной установки**

Модульная котельная установка состоит из следующих элементов:

Котел водогрейный; блок котла, представляющий собой сварную конструкцию, состоящую из трубной системы с конвективной поверхностью нагрева из змеевиков [3,4].

Для удобства обслуживания конструкция котла предусматривает установку вентиляторов с воздуховодами, люков воздухопроводов, труб с кранами для отвода воздуха, лотка, дренажных патрубков, лаза для осмотра и очистки.

Топка с шурующей планкой, механизированная цепная с вихревой подачей воздуха. Топочная блок решётка – комбинированная, с водоохлаждаемой частью и чугунными разборными колосниками для формирования форсированных зон горения. Подача угля на блок решетку осуществляется при помощи шурующей планки. Привод дозирующего устройства бункера угля осуществляется редуктором через кривошипно-шатунный механизм. Движение питателя осуществляется по заданной траектории плавно и равномерно.

Вентилятор дутьевой центробежный и дымосос одностороннего всасывания с всасывающим карманом с применением частотного регулирования.

Устройство утилизации тепла уходящих газов – рекуперативный воздухоподогреватель с комплектом газоходов и регулируемым байпасом.

Устройство газоочистки – циклон центробежного типа, с коэффициентом очистки не менее требуемого расчётом, в соответствии с мероприятиями по сокращению массовых выбросов вредных веществ.

Газоходы в теплоизоляции с шиберами, ревизионными лючками и элементами компенсации тепловых расширений.

Модули котельно-вспомогательного оборудования размещаются на раме с опорами в следующем составе (рис. 2):

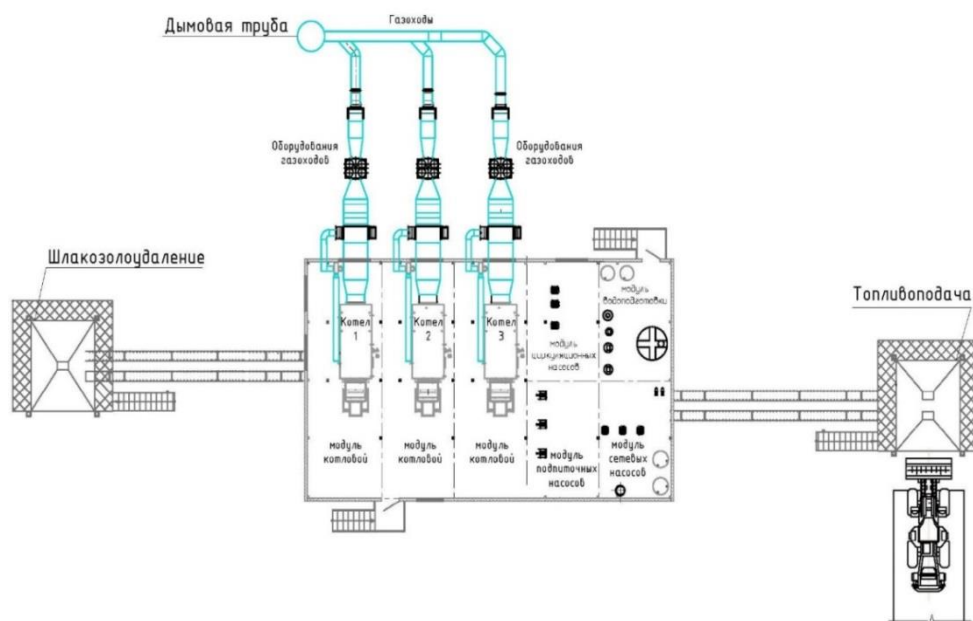


Рис. 2. Схема размещения оборудования

1. Модуль котлового оборудования с топками, воздухопроводами, трубопроводами, запорно-регулирующей арматурой и контрольно-измерительными приборами.

2. Модуль циркуляционных насосов (в него входят насосы, компенсаторы, грязевики и трубопроводы).

3. Модуль сетевых насосов (в него входят насосы, запорно-регулирующая арматура, теплообменники, компенсаторы и водомерный узел).

4. Модуль подпиточного насоса и очищенной воды. Насос исходной воды многоступенчатый. Центробежный насос модульного типа с горизонтальным всасыванием и вертикальным напорным патрубком.

5. Модуль водоподготовительной установки. Автоматизированная водоподготовительная установка, с расчётной производительностью соответствующей расходу воды на подпитку для восполнения утечек в котловом и сетевом контуре непрерывного действия. Технический состав установки определяется на основе результатов химического анализа исходной воды.

6. Труба дымовая – одноствольная каркасного типа с площадками обслуживания. Конструкция дымовой трубы является неотъемлемой частью котельной установки. Она определяется из расчета мощности котельной и состоит из насосов, воздухоподогревателей, циклонов (золоуловителей) дымососов, которые устанавливаются на газоходах. Диаметр и высота дымовой трубы определяется на основании данных о сейсмичности площадки котельной, аэродинамических расчётов и расчётов рассеивания вредных выбросов, основанных на данных о фоновых концентрациях вредных веществ.

### Строительство

Для возведения модульной котельной установки (после разрешения на строительство) исследуется площадка застройки, проводятся геодезические

работы и разбиваются оси согласно проектной документации. После анализа инженерно-геологических условий выбирается тип фундамента и осуществляется установка. Модули котельной монтируются уже на готовый фундамент. В отдельных случаях разрешается использовать вместо фундамента плиты перекрытия. Модули котельной уже в собранном виде перевозятся на место установки и монтируются на фундамент или специально подготовленные площадки.

Строительство в большинстве своем может предполагать использование крупномасштабных решений, которые значительно уменьшат сроки монтажа. Для этого перед началом всех строительных работ составляется график, в соответствии с которым и будет выполняться строительство. Проанализировав график производства работ типовых модульных котельных в составе одной бригады из 6 человек, было отмечено, что на строительство МКУ может потребоваться 2 месяца без учета доставки и изготовления элементов.

Последовательность выполнения строительных работ может быть следующей:

1. Монтаж модулей котельной на фундаменты. При этом выполнено: изготовление модулей, доставка на объект, устройство фундамента, работа крана, установка модулей на фундамент.

Котлы должны устанавливаться в отдельных помещениях, отвечающих всем необходимым требованиям. Помещения котельной должно быть защищены от промерзания и иметь хорошую вентиляцию. Место установки котла внутри производственных помещений должно быть ограждено от остальной части помещения несгораемыми перегородками по всей высоте котла, с устройством дверных проемов.

2. Монтаж межмодульных соединительных элементов металлоконструкций, трубопроводов. На строительной площадке модули соединяются между собой. Соединение металлоконструкций осуществляется при помощи сварки либо другими крепежными элементами. Устойчивость положения модулей котельных установок обеспечивается вертикальными связями в торцах блоков и в серединах модулей. Дополнительно устойчивость обеспечивается жестким сопряжением элементов между собой. После установки модулей ведутся работы по соединению трубопроводов между собой, соединяются металлоконструкции модулей, устанавливается оборудование и обмуровывается топка. Обмуровка необходима для уменьшения теплопотерь, придания нужного направления потоку дымовых газов, предотвращение попадания наружного воздуха в газоходы, и для увеличения КПД котла.

3. Монтаж оборудования шлакозолоудаления. В это оборудование входит: транспортер, перемещающий золу в бункер, и шлак, для последующего удаления; для создания крутящего момента транспортера устанавливают редуктор.

4. Монтаж стеновых панелей и плит перекрытия котельной. Стеновые панели могут представлять собой легко монтируемые сэндвич-панели. Плиты

перекрытия могут быть из металлических листов, укладываемых на опоры и балки.

5. Монтаж дымовой трубы и оборудования наружных газоходов. Дымовая труба располагается снаружи котельной, поэтому поставляется на объект отдельно от модулей в собранных узлах. На объекте узлы соединяются и монтируется оборудование.

6. Монтаж оборудования топливоподачи и бункера угля. Транспортер, крепится на опоры; редуктор и бункер угля поставляются в разобранном виде, соединяются на объекте; монтируются дробилки.

7. Производство электромонтажных работ и пуско-наладка. После монтажа основного оборудования и контрольно-измерительных приборов, электричество подводится к оборудованию, выполняются пусконаладочные работы и промывка котла водой с последующим гидравлическим испытанием всей системы котельной. При обнаружении течи в соединениях, дефекты устраняются, и гидравлическое испытание производится повторно.

Архитектурно-строительные решения здания котельной могут быть представлены легкими строительными конструкциями на основе металлического каркаса. Стены и кровля выполняются, например, из сэндвич-панелей, а стойки и прогоны, - из стальных профилей трубчатого сечения. Такие конструкции могут отвечать всем необходимым требованиям.

При необходимости, дополнительно, в котельной можно запроектировать системы отопления и водоснабжения, канализацию, операторскую, комнаты отдыха, душевые, санузлы и т.д.

### **Проблемы строительства**

В связи с тем, что в России достаточно много территорий с вечномёрзлыми грунтами, а котельные установки должны обеспечивать комфортные условия эксплуатации зданий при низких температурах, то проблемы возведения котельных в районах вечной мерзлоты бесспорно актуальны. В данной ситуации следует предусматривать применение материалов с высокими теплотехническими характеристиками.

Сохранение грунтов основания в мерзлом состоянии и соблюдение их расчетного теплового режима должно обеспечиваться устройством холодных подполий или холодных первых этажей зданий [5].

Для снижения влияния возможного оттаивания грунтов оснований целесообразно выполнять надземное строительство. Оборудование следует располагать только в закрытых помещениях.

В данной работе представлены результаты некоторых исследований, научная новизна которых заключается в определении строительства основных элементов быстровозводимой котельной установки, в предложении поэтапной концепции закономерности строительства МКУ. Кроме того, проведен анализ графика производства работ при строительстве модульной котельной.

В заключение можно отметить, что в настоящее время использование модульных котельных установок является актуальным, и их строительство будет только увеличиваться в связи с ростом производств на крайнем севере.

Модульные котельные установки должны способствовать реализации новых технологий строительства, благодаря которым за короткое время можно будет обеспечить потребителей энергией тепла. В дальнейшем исследовании по данной тематике планируется более тщательно рассмотреть аспекты потенциала МКУ, например, можно раскрыть вопрос об энергосбережении и повышении эффективности модульной котельной установки.

### Список литературы

1. Елистратов, С.Л. Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие / Елистратов С.Л., Шаров Ю.И. Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 148 с. — ISBN 978-5-9729-0554-6. // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115237.html> (дата обращения: 29.10.2022). — Текст : электронный.

2. Иоффе, М.А. Особенности строительства жилых зданий в условиях Севера / Глотов Д.А., Сафронов В.В. Кулчаев Т.Э., Хачатрян А.З., Кушнёров С.В. // «Научное сообщество студентов. Междисциплинарные исследования»: Электронный сборник статей по материалам V студенческой международной научно-практической конференции. – Новосибирск: Изд. АНС «СибАК». – 2016. С. 7-11.– URL: [http://www.sibac.info/archive/science/2\(5\).pdf](http://www.sibac.info/archive/science/2(5).pdf). (дата обращения: 21.10.2022). — Текст : электронный.

3. Барочкин, Е. В. Котельные установки : учебное пособие / Е. В. Барочкин, В. Н. Виноградов, А. Е. Барочкин ; под. ред. д-ра техн. наук, проф. Е. В. Барочкина. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 440 с. - ISBN 978-5-9729-0691-8. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836512> (дата обращения: 10.10.2022). – Текст : электронный.

4. Смородин, С. Н. Котельные установки и парогенераторы: учебное пособие / С. Н. Смородин, А. Н. Иванов, В. Н. Белоусов. — 2-е изд. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2018. — 185 с. - URL: [http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/2019\\_01\\_14\\_01.pdf](http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/2019_01_14_01.pdf) (дата обращения: 10.10.2022). – Текст : электронный.

5. Велли, Ю.Я., Справочник по строительству на вечномёрзлых грунтах / А. Ф. Антонов, Ю. Я. Велли, В. В. Гальперин и др. ; Под ред. Ю. Я. Велли и др. - Ленинград : Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1977. - 552 с.

УДК 696.4:004.94

## СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛИ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ПРОГРАММЕ REVIT

Д.К. Стариченко, И.А. Бахтина, Н.А.Фок

<sup>1</sup>*Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова*

<sup>2</sup>*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего  
образования «Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** Рассмотрена методика построения 3D модели для системы горячего водоснабжения в программе Revit.

**Ключевые слова:** системы горячего водоснабжение, модель, проектирование, программа Revit.

## CREATING A 3D MODEL OF HOT WATER SUPPLY IN REVIT

D.K. Starichenko <sup>1</sup>, I.A. Bakhtina<sup>1</sup>, N.A. Fock <sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Altai State Technical University named after I.I. Polzunova*

<sup>2</sup>*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget  
educational institution of higher education "Altai State Technical University named  
after I.I. Polzunova"*

**Annotation.** The technique of constructing a 3D model for a hot water supply system in the Revit program is considered.

**Keywords:** hot water supply systems, model, design, Revit program.

Системой горячего водоснабжения (ГВС) является объединение устройств, которые создают нагрев холодной воды и направляют её к приборам водоразбора, тем самым обеспечивая бытовые и производственные потребности населения. Основы проектирования ГВС прописаны в [1].

В настоящее время, развитие BIM-направления является одной из важнейших задач в сфере строительства. Данное направление развивается быстрыми темпами, и требует особого внимания со стороны специалистов, занимающихся проектированием в современных САПР. Другими словами, BIM – это процесс, в результате которого формируется информационная модель. На основе программного комплекса Revit мы возведём модель системы горячего водоснабжения для многоэтажного жилого здания.

Программа подходит для совместной работы специалистов разных направлений в рамках одного проекта, все наработки имеют возможность сохраняться в едином централизованном файле. Такой метод позволяет сократить время на выполнение работы и улучшить коммуникацию между проектировщиками. Revit так же дает возможность создавать спецификации, в которой представлены все элементы, используемые в проекте.



Возможность создания 3D-визуализации, является одним из главных преимуществ программного обеспечения. Используя инструменты Revit можно наглядно увидеть не только очертания здания или его двухмерный чертеж, но и интерьеры с учётом угла падения лучей света в различное время суток, с различными фактурами отделочных материалов и т.д. [2].

Рассмотрим основные этапы создания информационной модели ГВС.

1) Для построения модели ГВС, будем пользоваться вкладкой «Системы» инструментами «Труба», для расставления санитарного оборудования, инструментом «Сантехнический прибор» (рисунок 1).

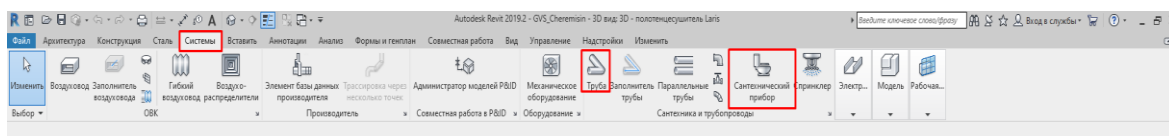


Рис. 1 – Панель инструментов

2) Инструментом «Труба» моделируем систему горячего водоснабжения в подвале жилого здания (рисунки 2).

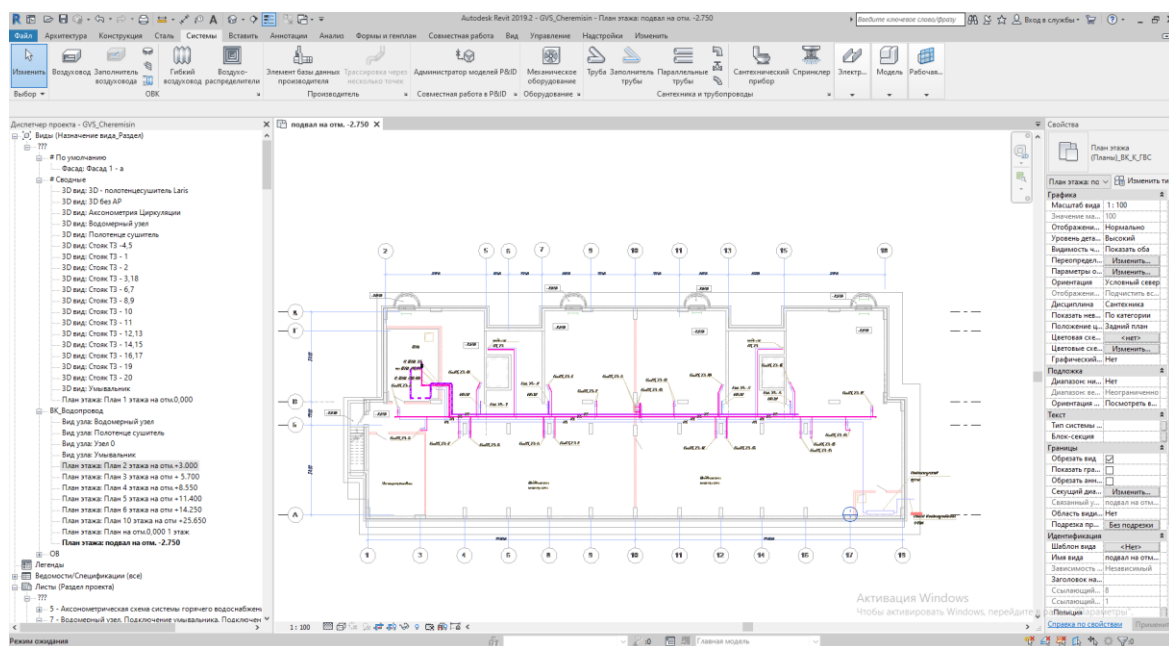


Рис. 2 – План подвала с системой ГВС

3) Далее возводим трубопровод на типовых этажах (рисунок 3).

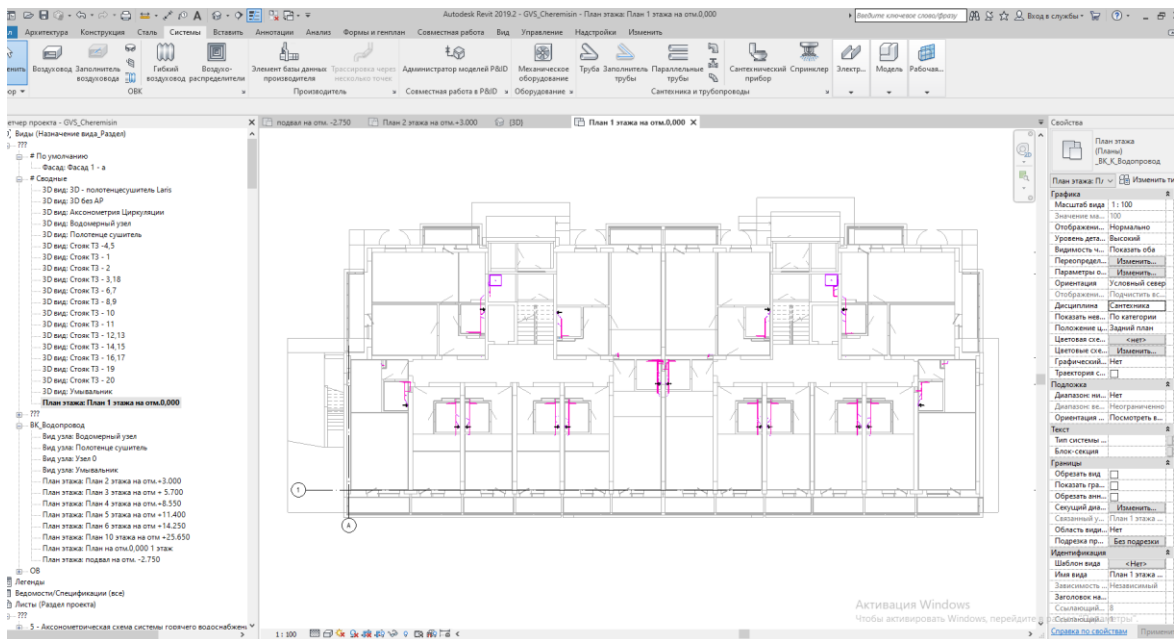


Рис. 3 – План первого этажа с разводкой в С/У

4) Имея в модели нужные семейства сантехнической приборов, расставляем оборудование на этажах и подключаем к системе (рисунок 4).

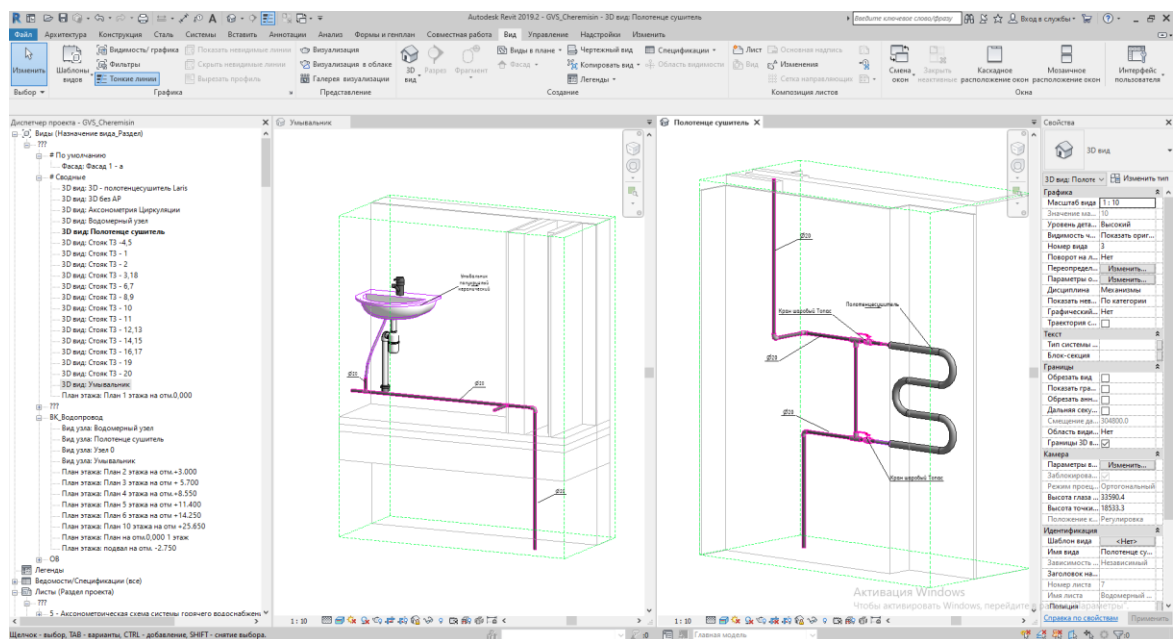


Рис. 4 – Подключение полотенцесушителя и умывальника

5) Для фиксации количества поступающей воды к потребителю, в подвале устанавливаем водомерный узел (рисунок 5) [3].

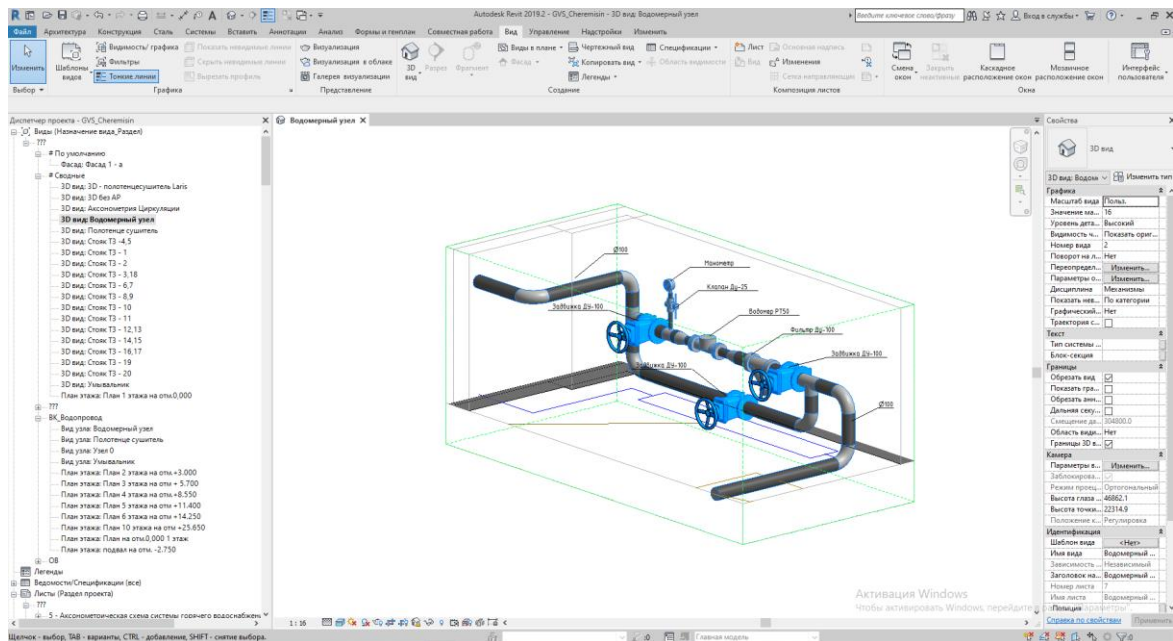


Рис. 5 – Водомерный узел

б) После возведения инженерной системы мы создаем спецификацию, в которой будет подробное перечисление арматуры, оборудования, трубопроводов и других элементов для создания спецификации открываем вкладку «Вид»-«Спецификации»-«Ведомость/Спецификация» (рисунки 6, 7).

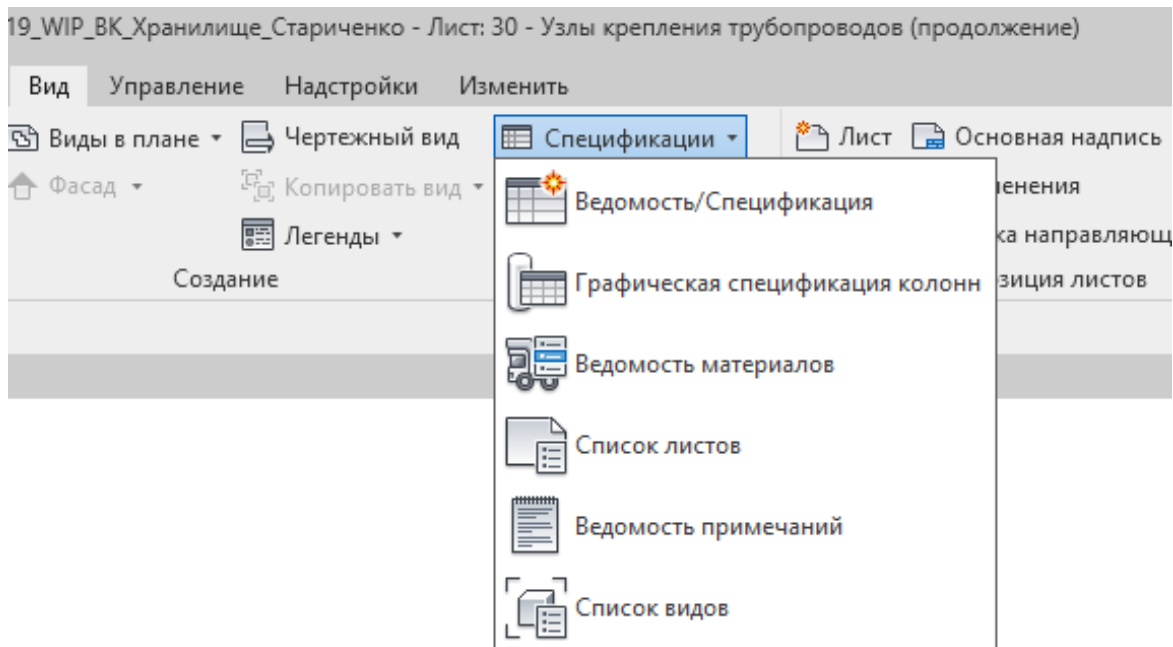


Рис. 6 – Создание спецификации

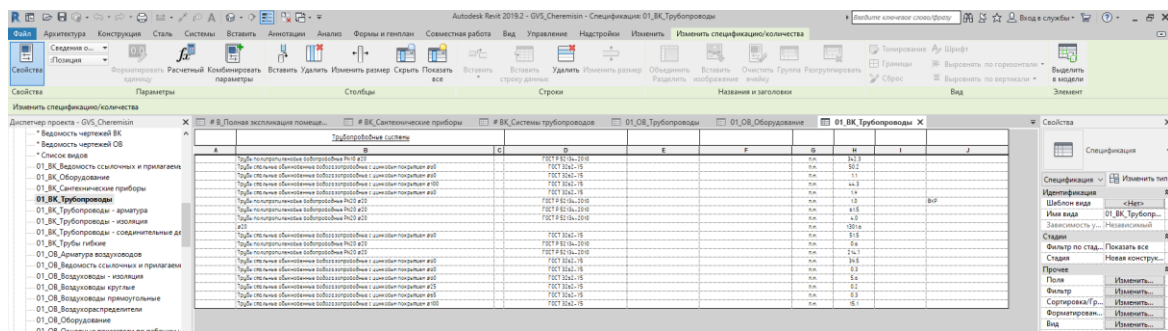


Рис. 7 – Результат спецификации на трубопровод

Таким образом, программа Revit дает возможность создавать 3D модели инженерных сетей. Такой подход позволяет наглядно представлять проекты заказчикам, изображение может сказать больше, чем стопка чертежей и спецификаций. Дополнительно программа позволяет как настраивать единую сеть инженерных систем здания, так и вычленять определенный ее элемент и работать только над ним. Создание спецификаций в проекте, позволяет оптимизировать процесс формирования проектной документации.

### Список литературы

1. СП (Свод правил) Минстроя России от 30.12.2020 № СП 30.13330.2020 (ред. от 31.05.2022) – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573741260> (дата обращения: 25.10.2022). – Текст : электронный.
2. СП (Свод правил) Минстроя России от 18.09.2017 № СП 333.1325800.2017 (ред. от 19.03.2018) – URL: <https://docs.cntd.ru/document/556793897> (дата обращения: 25.10.2022). – Текст : электронный.
3. Пантелеев, М.В. Семейства манометров и термометров водомерных узлов в Revit / М.В. Пантелеев, И.А. Бабаева, А.Н. Корнеев // Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: Материалы X Всероссийской научно-практической конференции 16-17 октября 2020 г. / Под ред. к.ф.-м.н., доцента Е.А. Дудник; к.ф.-м.н., Л.А. Поповой / Рубцовский индустриальный институт. Рубцовск, 2020. С. 240-243.

### УДК 629.422.3

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРОВОГО ДВИГАТЕЛЯ В СОВРЕМЕННОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Д.В. Хотько, Д.В. Бабаев, А.А. Ездина

*Курганский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения» в городе Кургане*

**Аннотация.** Железнодорожный транспорт является неотъемлемой частью всей транспортной системы. Важно, чтобы этот транспорт был максимально эффективен в

использовании во всех регионах. Электровозы и тепловозы имеют ряд недостатков, в связи с этим предлагается использование паровых двигателей на локомотивах. Паровой двигатель был незаслуженно вытеснен ДВС двигателями в начале 20 века и использовался в массовом масштабе в основном на паровозах и кораблях, однако некоторые конструкторы продолжали разработку и улучшение паровых двигателей, которыми оснащали автомобили и самолёты. Исходя из всех технических фактов паровых двигателей, представленных в тексте, можно сделать вывод, что они вполне могут конкурировать с ДВС и даже превосходить их. В связи с этим, мы предлагаем современный паровой двигатель на локомотивы. Установка паровых двигателей на современные локомотивы значительно расширит возможности использования железнодорожного транспорта и обладает целым рядом преимуществ.

**Ключевые слова:** Паровой двигатель, пар, локомотив, установка, водород, электроэнергия, электролиния, ДВС, дизель.

## THE USE OF THE STEAM ENGINE IN MODERN RAILWAY TRANSPORT

D.V. Khotko, D.V. Babaev, A.A. Ezdina

*Kurgan Institute of Railway Transport branch of the federal state budgetary  
educational institution of higher education "Ural State University of  
Communications" in the city of Kurgan*

**Annotation.** Rail transport is an integral part of the entire transport system. It is important that this transport be as efficient as possible in all regions. Electric locomotives and diesel locomotives have a number of disadvantages, in connection with this, the use of steam engines on locomotives is proposed. The steam engine was unfairly supplanted by the internal combustion engine at the beginning of the 20th century and was used on a mass scale mainly on steam locomotives and ships, but some designers continued to develop and improve steam engines that were used to equip cars and aircraft. Based on all the technical facts of steam engines presented in the text, we can conclude that they can compete with internal combustion engines and even surpass them. In this regard, we offer a modern steam engine for locomotives. The installation of steam engines on modern locomotives will significantly expand the possibilities of using rail transport and has a number of advantages.

**Keywords:** Steam engine, steam, locomotive, installation, hydrogen, electric power, power line, internal combustion engine, diesel.

В настоящее время железнодорожный транспорт является неотъемлемой частью всей транспортной системы РФ, который должен развиваться во всех регионах страны. Важно, чтобы железнодорожный транспорт был максимально эффективен в использовании, как в развитых регионах с мощной электроэнергетической базой, так и в отдалённых участках страны и при строительстве новых веток железных дорог. Сейчас для таких целей используются электровозы и тепловозы, но они обладают рядом недостатков, в связи с этим нужны мощные, быстрые, энергонезависимые и экономные локомотивы, которые смогут автономно совершать грузоперевозки без использования электролиний.

Главной составляющей локомотива является его двигатель, от него и зависят все вышеперечисленные факторы перспективности использования. На данный момент используются электродвигатели и дизельные двигатели, которые имеют некоторые недостатки. Электродвигатели используются

коллекторные постоянного тока, такие двигатели не являются энергоэффективными и надёжными. Так же они требуют наличие мощной электроэнергетической базы, и всё в целом требует сложного технического обслуживания, что делает их использование в грузоперевозках недостаточно эффективными, делая электровозы перспективнее для использования в пассажирских грузоперевозках, так как там нет таких высоких нагрузок на двигатель и электролинии. Дизельные двигатели так же являются не надёжными и сложные в обслуживании, они зависимы от нефтяной промышленности – требуют дизель и смазки, от чего они являются не экологическим видом двигателя. Так же эти двигатели не обладают такой высокой мощностью, как электродвигатели, что негативно сказывается на максимальной тяге и скорости.

В связи с этим, мы предлагаем использование паровых двигателей для грузовых локомотивов, вместо дизельных двигателей. Паровые двигатели, как можно подумать, не являются громоздкими, неэффективными и устаревшими, а наоборот, во многом превосходят ДВС и обладают рядом преимуществ – простота конструкции, надёжность, не требует смазок, использование любого типа топлива, высокая тяговитость и мощность, экологичность и бесшумность. В начале 20 века, одним из основных типов двигателя – являлся паровой, до 1 мировой войны большая часть транспорта имел паровой двигатель, который практически полностью превосходил на тот момент ДВС. В 20-х годах, с началом активного развития нефтяных компаний, паровой двигатель был незаслуженно вытеснен ДВС.

Даже после 20-х годов, велись активные разработки паровых двигателей не массовыми масштабами. Если паровым двигателем до этого оснащались автомобили, водный транспорт и железнодорожный транспорт, то после, в промышленных масштабах такими двигателями уже оснащались в основном паровозы и корабли. Но уже с тех времён велись активные разработки паровых двигателей для авиации, не только в России, но и за рубежом. В России такими разработками занимались в основном МАИ, и учёный в области авиационного строения Пётр Дмитриевич Дузь, который написал книгу «Паровой двигатель в авиации» [1].

Касаемо технической составляющей, паровые двигатели бывают разных типов. Имеется самая простая модель парового двигателя:

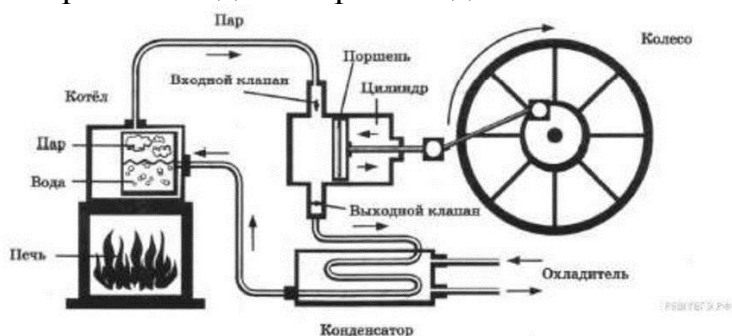


Рис. 1 – Модель парового двигателя

Но рассматривать следует более совершенные типы, которые относятся к рядным, V-образным и радиальным типам, а также паровые турбины.

Хорошим примером рядного двигателя является 4-цилиндровый паровой двигатель автомобиля Doble Model E [2].

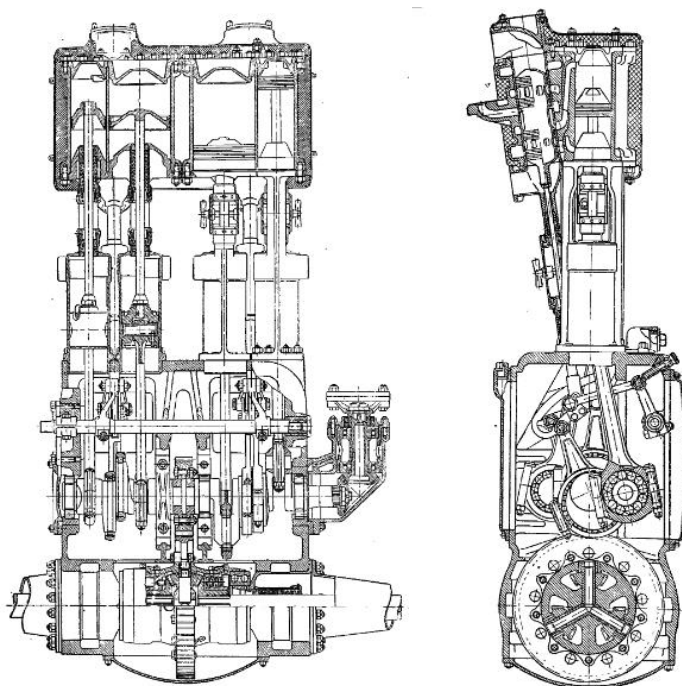


Рис. 2 – 4-цилиндровый паровой двигатель автомобиля Doble Model E

Он имеет следующие характеристики:

$$V = 3490 \text{ см}^3$$

Мощность = 80 л. с. при 1000 об/мин (разные данные в разных источниках)

Скорость, которую развивал автомобиль = 185 км/ч; разгон с 0 до 96 км/ч за 10 секунд.

Этот автомобиль мог проехать 2400 км на одной заправке бака водой  $V=100$  литров. Отличительной особенностью двигателя является не нуждаемость в прогреве, то есть сразу после запуска автомобиль мог ехать. Двигатель передавал свой крутящий момент напрямую колёсам, без сцепления, коробки передач и карданного вала, что упрощало конструкцию, управление и снижало вибрации. Автомобиль мог работать на любом жидком топливе, но обычно для достижения максимальной эффективности использовался керосин.

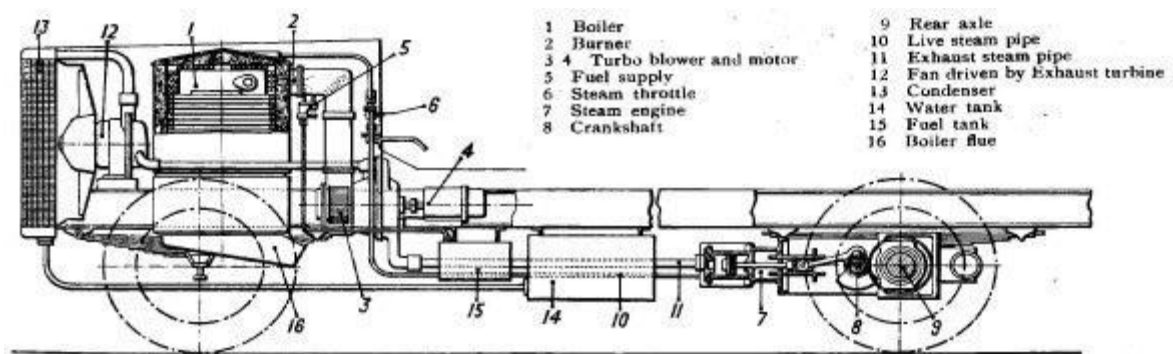


Рис. 3 – Паровая установка

Паровая установка работала по следующей схеме. Керосин поступал в топку, расположенную в верхней части парового котла, и воспламенялся от свечи зажигания. Горячая смесь направлялась сверху вниз по единой стальной трубке общей длиной 175 м, которая служила в качестве кипятильника, постепенно нагревая воду снизу-вверх до максимальной температуры в 400°С. Затем пар под давлением 52 бар направлялся по трубам во внешние два цилиндра высокого давления, а уже из них – во внутренние два цилиндра низкого давления. Отработавший пар проходил через конденсатор и возвращался в котёл в виде охлаждённой воды.

Так же к рядным двигателям можно отнести двигатель лесовоза НАМИ-012 [3]. Автомобиль оборудован паросиловой установкой, которая состояла из водотрубного котла и паровой машины одинарного расширения и двойного действия. Количество цилиндров парового двигателя – 3

$$V = 4590 \text{ см}^3$$

Мощность = 100 л. с. при 1000 об/ мин.

Паропродуктивность котлового агрегата – 600 кг пара в час при давлении 25 атмосфер и перегреве до 425 °С. Испарительная поверхность котла – 8 м<sup>2</sup>. На средних и форсированных нагрузках котловой агрегат работал с КПД до 70 %. Топливом были дрова, расход которых составлял 300–400 кг на 100 км. Коробки передач не было. Запас хода с полной нагрузкой по шоссе на дровах 75 – 100 км, по воде – 150–180 км. Время, необходимое для начала работы после разогрева парового котла – 23 – 40 минут. Грузоподъемность составляла 6 т, с прицепом – 12 т.



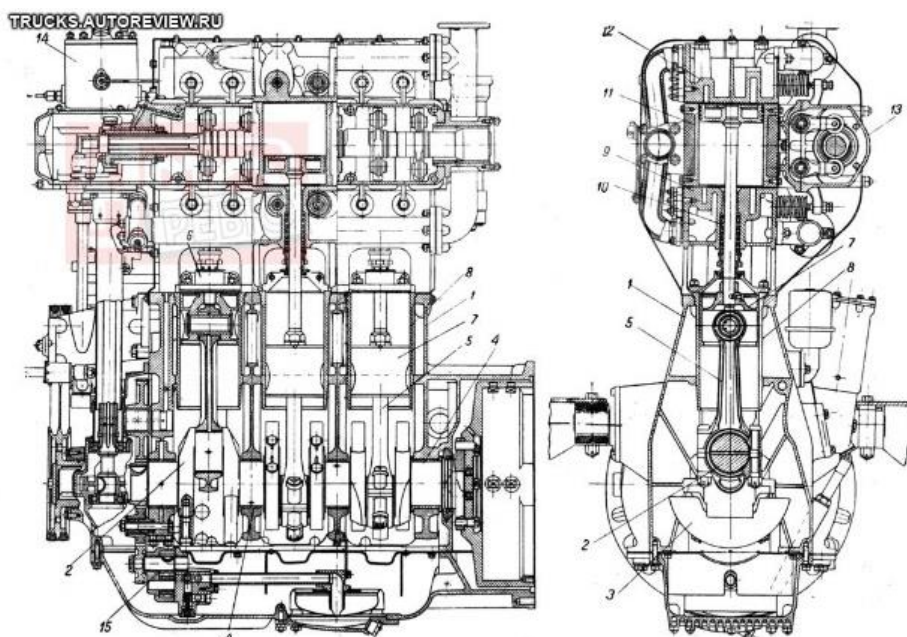


Рис. 4 – Общий вид паровой машины

Примером V-образного двигателя может служить 2-х цилиндровый авиационный двигатель братьев Беслер [1].

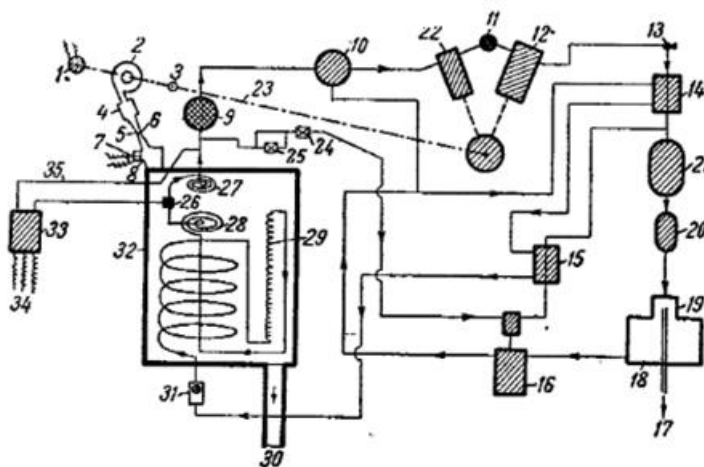


Рис. 5 – Общая схема паровой установки братьев Беслер

Этот двигатель был разработан для биплана Airspeed 2000, который был создан в 1933 году после чего, работал в почтовой службе до 1939 года.

Рабочая температура двигателя = 400–430 °С

Давление = 75 кг/см<sup>2</sup>

Мощность = 90 л. с. (при форсировки котла мощность можно довести до 135 л. с.)

Вес паровой машины (двигателя) = 80 кг (возможно облегчение двигателя заменой чугунных деталей на детали из другого металла)

Прямоточный котёл согнут из одной трубки. Длина змеевика = 152,4 м. Котёл был снабжён питательным насосом и паровым приводом, первичным и вторичным подогревателем воды, обогреваемыми отработанным паром. В качестве топлива использовался газойль (так же мог быть мазут и твёрдое топливо). Специальный вентилятор нагнетал воздух в горелку Вентури, куда в это время подводилось топливо. Смесь подавалась в топку, где она зажигалась запальной свечой. Общий вес котла 220 кг.

На самолёте были установлены два конденсатора, которые соединялись между собой алюминиевыми трубками. Производительность конденсаторов составляла 90%. Опыты показали, что при расходе 152 л горючего необходимо 38 л воды.

12 апреля 1933 года с аэродрома Окленда в Калифорнии Airspeed 2000 совершил успешный взлёт, при полёте двигатель не издавал шума, даже при полной мощности, слышен был только свист воздуха. При посадке включался реверс двигателя и винт вращался в обратную сторону, таким образом сокращая тормозной путь. Так же этот самолёт имел преимущество над ДВС аэропланами – это высокий потолок полёта.

Так же разработки авиационного парового двигателя велись и в СССР. Одна из разработок, это двигатель МАИ [1]:

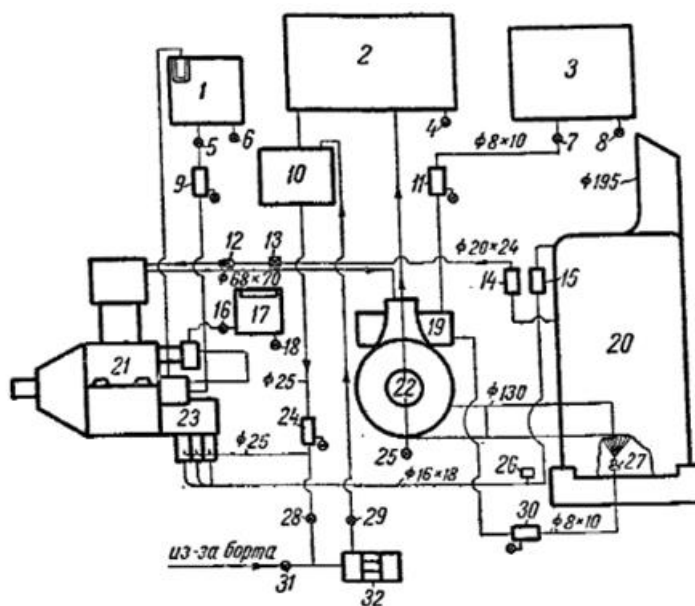


Рис. 6 – Схема авиационной паросиловой установки

При давлении пара = 75 ат, мощность = 150 э. л. с.

При давлении = 100 ат мощность = 180 л. с.

КПД двигателя = 14%

Топливо – керосин

КПД парогенератора = 90%

Температура пара = 430 °С

И множество других конструкторов занимались разработкой паровых двигателей для авиации, в том числе и паровых турбин.

«В своей книге *Die Dampfmaschine*, вышедшей в 1928 г., проф. Гутермут-Ватцинер провозгласил, что «паровая машина в настоящее время заканчивает своё развитие». Он жёстко ошибся – развитие пошло по другому направлению. Паровой двигатель в иных условиях и на иной основе оказался вновь необходим авиации. Его историческая роль далеко не закончена. Современная техника, как мы видели, делает паровую машину способной конкурировать с двигателями внутреннего сгорания. Ближайшее будущее принесёт нам практические успехи в деле применения этого двигателя в авиации» – писал в своей книге П. Дузь

Корабельные паровые турбины впервые появились в 1894 году.  
Основная конструкция современной турбины:

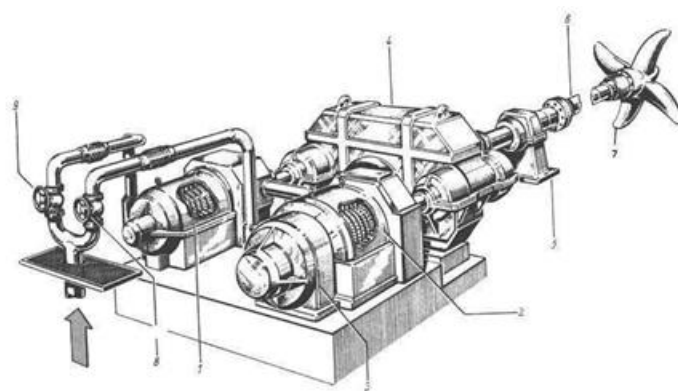


Рис. 7 – Судовая паровая турбина

Турбиния (торпедный катер) – первое в мире судно с паротурбинной установкой (турбина Парсонса). Построена в 1894 году английским инженером Чарлзом Парсонсом. «Турбиния» была самым скоростным судном своего времени [4].



Рис. 8 – Турбиния

Водоизмещение = 44,5 тонн

Скорость = 64 км/ч

Следующие модели паровых турбин были более совершенны и устанавливались на кораблях, и в промышленных-энергетических комплексах. Используют паровые турбины и по сей день.

Так же, мы представим некоторые сравнения поездов, для наглядности.

Таблица 1

Сравнение тепловоза, электровоза и двух паровозов

Параметр	2ТЭ25К <sup>М</sup> [0]	2ЭС6 [0]	2-3-2В [0]	Union Pacific Big Boy [0]
Дата (год)	2014	2006	1938	1944
Скорость	100 км/ч	120 км/ч	180 км/ч	128 км/ч
Мощность	7208 л. с.	8756 л. с.	3400 л. с.	6290 л. с.
Вес	144 т.	200 т.	138 т.	351 т.

Как видно из таблицы, за 70 лет технически «Union Pacific Big Boy» не сильно уступает по мощности современным поездам, учитывая тип парового двигателя и уровень развития паровых двигателей на момент 1940-х годов.

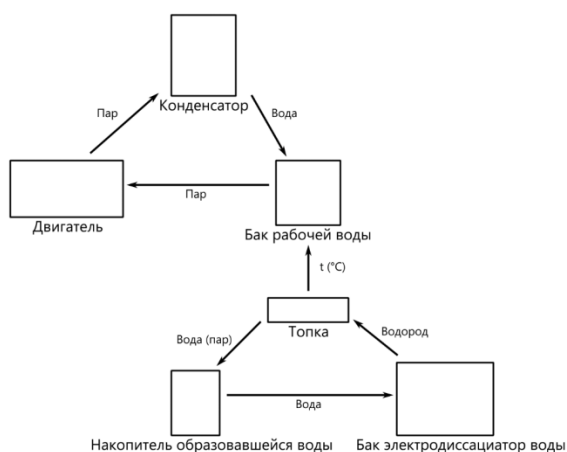


Рис. 9 – Простая схема установки

Что касается парового двигателя для локомотива, то перспективна разработка рядного, либо V-образного двигателя закрытого типа с конденсацией пара. Потребление всех видов топлива, как жидкое, так и твердое, для большей универсальности и экономности, либо с возможностью быстрого переоборудования с жидкого на твердое топливо и наоборот. Так же, высокую эффективность применения в качестве топлива – водорода. Такую технологию уже применяли в СССР – установка электродиссоциации воды на

водород, которую установили на автомобиль «Москвич-412» в 1976 году. Такая установка позволит производить водород прямо в локомотиве, потребляя электроэнергию, накопленную от движения и торможения состава, этой энергии потребуется не так много. Водород будет поступать в топку, сгорать, образуя водяной пар, а пар в свою очередь будет конденсироваться и возвращаться в установку, таким образом, расход воды будет значительно снижен. А расход рабочей воды для двигателя будет практически ничтожный, так как он тоже будет конденсироваться и возвращаться в бак котла.

Подводя итог, установка паровых двигателей на современные локомотивы значительно расширит возможности использования железнодорожного транспорта. Всё это способствует:

1) Снижению экономических затрат на электроэнергию и обслуживание электрических установок, снижение нагрузки на электролинии.

2) Снижению затрат на производство, обслуживание и ремонт локомотивов (ремонт будет редкий, так как будет повышена надёжность двигателя).

3) Позволит развить производство простого топлива из отработанных нефтепродуктов и пластика, то есть, вторичное использование нефтепродуктов.

4) Улучшение экологии железнодорожного транспорта.

5) Повышение комфорта в железнодорожном транспорте – снижение шума и вибрации от двигателя)

6) Повышение автономности железнодорожного транспорта, повышение дальности хода и снижение расхода топлива

7) Позволит полностью исключить использование электролиний на отдельных участках железных дорог в отдалённых и труднопроходимых районах.

### Список литературы

1. Дузь, П.Д. Паровой двигатель в авиации / Опыт ист.-тех. исследования : Утв. ГУУЗ НКАП в качестве учеб. пособия для втузов НКАП / П. Д. Дузь, канд. тех. наук; Акад. наук СССР, Отд-ние истории и философии. - Москва ; Ленинград : Оборонгиз, 1939 (Киев). - 316 с.

2. АВТОМОБИЛЬНОЕ НАСЛЕДИЕ – URL: <https://automotive-heritage.com/model/2983> (дата обращения 18.10.2022). – Текст : электронный.

3. Википедия свободная энциклопедия / НАМИ-012. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/НАМИ-012> (дата обращения 17.10.2022). – Текст : электронный.

4. Википедия свободная энциклопедия / Турбиния. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Турбиния> (дата обращения 20.10.2022). – Текст : электронный.

5. Википедия свободная энциклопедия / 2ТЭ25К. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/2ТЭ25К> (дата обращения 17.10.2022). – Текст : электронный.

6. Википедия свободная энциклопедия / 2ЭС6. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/2ЭС6> (дата обращения 12.10.2022). – Текст : электронный.

7. Википедия свободная энциклопедия / 2-3-2В. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/2-3-2В> (дата обращения 17.10.2022). – Текст : электронный.

8. Википедия свободная энциклопедия / Union Pacific Big Boy. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Union\\_Pacific\\_Big\\_Boy](https://ru.wikipedia.org/wiki/Union_Pacific_Big_Boy) (дата обращения 19.10.2022). – Текст : электронный.

#### **УДК 697.3:004.94**

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ В AUTODESK REVIT**

А.И. Христенко<sup>1</sup>, П.С. Ильдерякова<sup>1</sup>, И.А. Бахтина<sup>1</sup>, А.Н. Корнеев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Алтайский государственный технический университет*

*им. И.И. Ползунова*

<sup>2</sup>*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет*

*им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** Рассмотрены виды и особенности проектирования систем отопления в REVIT.

**Ключевые слова:** система отопления, проектирование, программное обеспечение Revit, информационная модель.

### **DESIGN HEATING SYSTEMS IN AUTODESK REVIT**

A.I. Khristenko<sup>1</sup>, P.S. Ilderyakova<sup>1</sup>, I.A. Bakhtina<sup>1</sup>, A.N. Korneev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Altai State Technical University named after I.I. Polzunova*

<sup>2</sup>*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"*

**Annotation.** The types and features of the design of heating systems in REVIT are considered.

**Keywords:** heating system, design, Revit software, information model.

В настоящее время при проектировании зданий и инженерных сетей широко используется информационное моделирование зданий (от англ. Building Information Modeling, BIM). Процесс BIM-моделирования представляет собой ряд последовательных стадий на которых формируются отдельные фрагменты здания или инженерной системы в виде информационных моделей в соответствии с обработанной на этот момент информации (архитектурной, конструкторской, технологической, экономической) о здании или сооружении. После этого формируется единая информационная модель объекта. Таким образом, BIM-технологии можно рассматривать в виде процесса создания

информационной модели объекта, которая содержит наиболее полные данные об объекте в формате 3D. Созданная информационная модель объекта может быть использована как при проектировании, так и в процессе эксплуатации объекта. Созданные информационные модели с помощью BIM-технологий характеризуются следующими свойствами:

- все данные об объекте скоординированы, согласованы и взаимосвязаны;
- имеется геометрическая привязка элементов;
- может быть использована для расчётов и анализа;
- допускает необходимые обновления;
- интероперабельна.

Autodesk Revit является программой для построения информационной модели. Благодаря своему функционалу, данное ПО предоставляет множество возможностей для проектирования инженерных сетей и создания 3D-моделей. Пример 3D-модели коллекторного узла системы отопления, выполненной в Revit представлен на рисунке 1.

Расчёт и проектирование систем отопления выполняется согласно СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» [1], включающее следующие этапы:

- теплотехнический расчёт ограждающих конструкций [2, 3];
- расчёт основных и дополнительных теплопотерь и теплопоступлений;
- определение трассировки и принципиальной схемы системы отопления;
- гидравлические и тепловой расчёты системы отопления;
- подбор оборудования системы отопления.

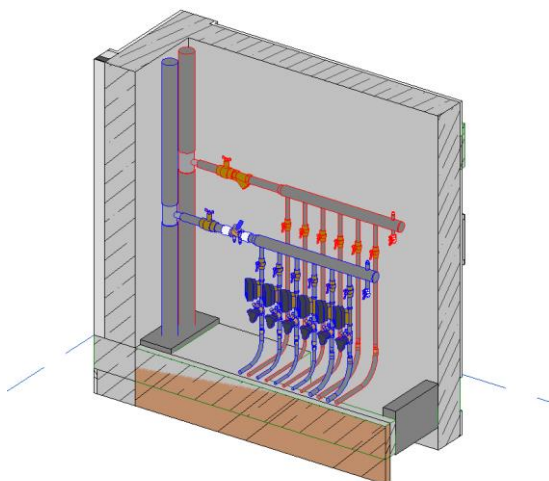


Рис. 1 – Пример коллекторного узла системы отопления

Revit поддерживает создание только двухтрубных систем отопления с учётом всех предварительных расчётов. После выполнения всех необходимых расчётов, а именно: теплотехнический расчёт, тепловой баланс помещений, расчёт нагревательных приборов необходимо расставить необходимое количество приборов с требуемым числом секций, либо требуемой длиной [4]. Далее расставляется запорно-регулирующая арматура на каждый прибор и

выполняется прокладка подающего и обратного трубопровода с необходимыми диаметрами. На следующем этапе моделирования необходимо выполнить подключения подающего и обратного трубопровода к радиаторам. Выполнение данных элементов на плане здания приведено на рисунке 2.

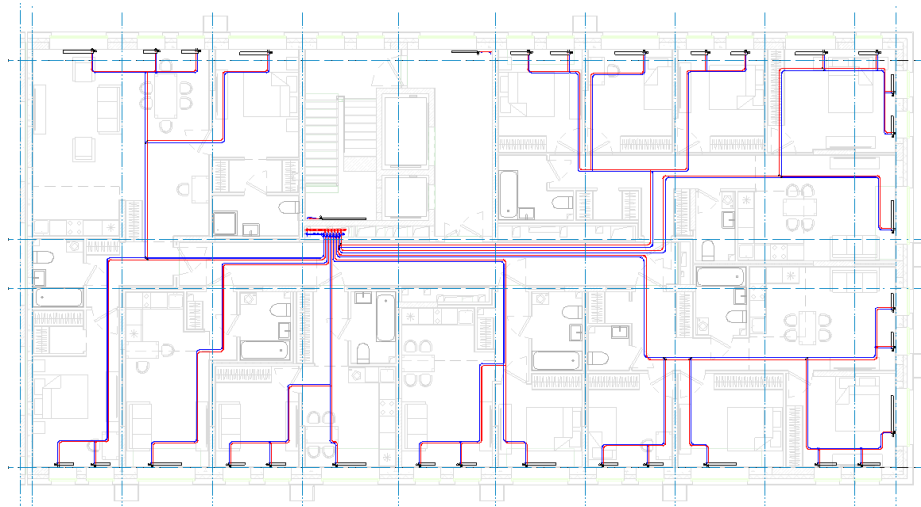


Рис. 2 – Разводка системы отопления типового этажа многоэтажного жилого дома

В случае проектировки в Revit, появляется возможность не только визуализировать отопительный прибор, но и возможность с лёгкостью отобразить его на схеме, промаркировать, заполнить спецификацию.

По итогу получается 3D-модель системы отопления здания, которая включает в себя следующее:

1. аксонометрические схемы в 3D (рисунок 3);
2. монтажные схемы в 3D визуализации (рисунок 4);
3. расположение отопительных приборов;
4. детальная спецификация на оборудование и материалы.



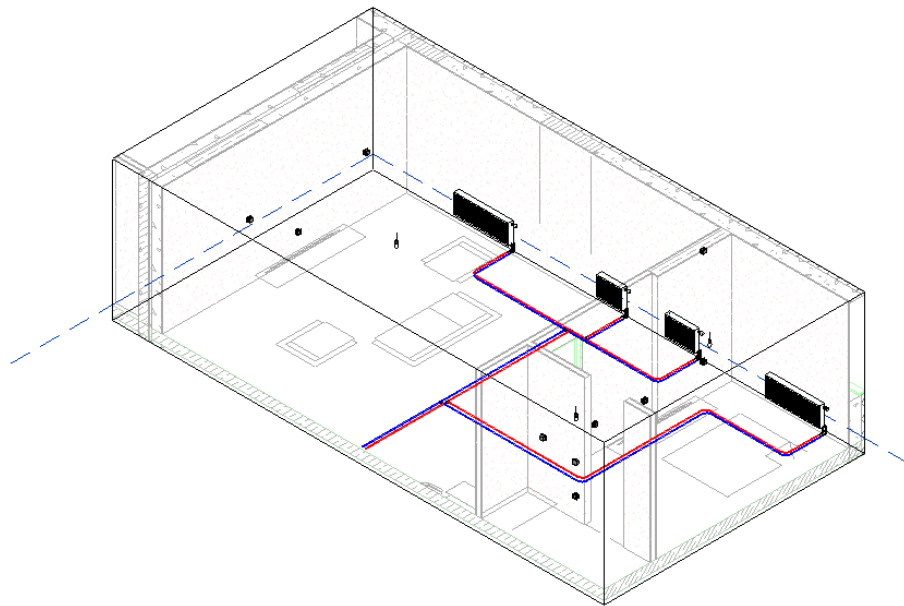


Рис. 3 – Поквартирная горизонтальная разводка с тупиковым движением теплоносителя в Revit

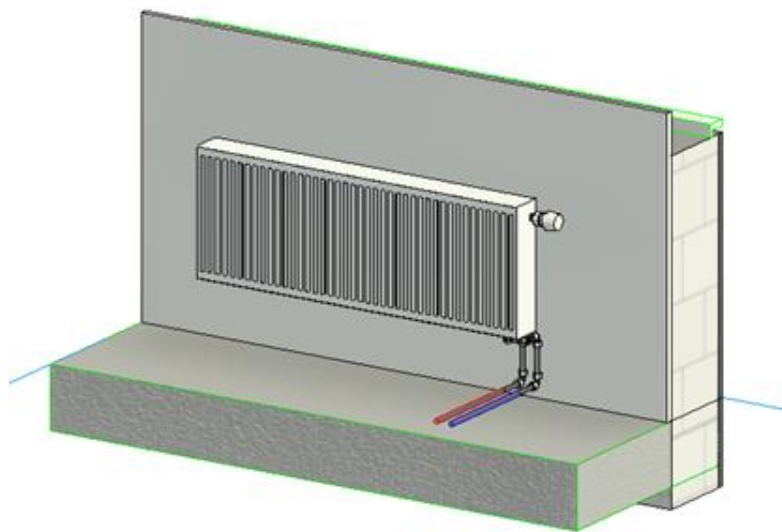


Рис. 4 – Монтажный узел семейства радиатора Purmo Ventil Compact в Revit

В Revit встроены функции расчета отопительных и холодильных нагрузок, которые позволяют быстро выполнять расчёты энергопотребления, а также сформировать отчёты о нагрузках на системы отопления и кондиционирования с учётом конкретных месяцев и географического положения объекта. Данные для расчётов нагрузок на отопление и теплохолодоснабжение, основанные на трёхмерной модели здания, задают исходя из предназначения этого здания, количества людей и теплотехнических характеристик ограждающих конструкций. Разводка и подбор сечений воздухопроводов или трубопроводов

выполняются на основе расчётных нагрузок и технических требований к системе.

Однако, внутренние инструменты имеют ряд недостатков, такие как:

- отсутствует возможности получить детальный отчет по элементам конструкции;
- не учитывает особенности моделирования строительных конструкций;
- не учитывает требования нормативов РФ для прохождения экспертизы, следует британским нормативам, которые значительно разнятся.

Однако, разрабатываются всевозможные плагины, которые ещё больше упрощают работу с программным комплексом.

Также стоит отметить, что в Revit существуют различные семейства, которые создавались таким образом, чтобы была возможность в автоматическом режиме подбирать дросселирующие и увязывающие элементы, в зависимости от выбранного типоразмера, а также заданных параметров.

Таким образом, мы получаем модель, с визуальным восприятием всех инженерных сетей, точного расположения оборудования и приборов, со всеми необходимыми параметрами. Такая 3D-модель даёт нам возможность проработать проект более детально, исключив пространственные и временные коллизии при проектировании, строительстве, а также эксплуатации здания.

#### **Список литературы**

1. СП (Свод правил) Минстроя России от 30.12.2020 № СП 60.13330.2020 (ред. от 30.05.2022) – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573697256> (дата обращения: 25.10.2022). – Текст : электронный.
2. СП (Свод правил) Минрегион России от 30.06.2012 № СП 50.13330.2012 (ред. от 16.01.2022) – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095525> (дата обращения: 25.10.2022). – Текст : электронный.
3. СП (Свод правил) Минстроя России от 24.12.2020 № СП 131.13330.2020 (ред. от 30.05.2022) – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573659358> (дата обращения: 25.10.2022). – Текст : электронный.
4. Стариченко, Д.К. Создание семейства радиаторов в Revit для оптимизации рабочего процесса при проектировании системы отопления/ Д.К. Стариченко, И.А. Бахтина, Н.А. Фок. Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции 26-27 ноября 2021 г. / Под ред. к.т.н., О.А. Михайленко / Рубцовский индустриальный институт. Рубцовск, 2021. С. 240-243.

УДК 69.059

## ВИДЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ И ДЕФЕКТОВ БЛОЧНЫХ ЗДАНИЙ

А.А. Чудина<sup>1</sup>, И.А. Бахтина<sup>1</sup>, А.Н. Корнеев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Алтайский государственный технический университет*

*им. И.И. Ползунова*

<sup>2</sup>*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** Рассмотрены виды дефектов блочных зданий, основные причины появления дефектов блочных домов, а также представлена дефектная ведомость.

**Ключевые слова:** дефекты, причины появления дефектов, выявление дефектов, дефектная ведомость.

## TYPES OF DAMAGE AND DEFECTS OF BLOCK BUILDINGS

A.A. Chudina<sup>1</sup>, I.A. Bakhtina<sup>1</sup>, A.N. Korneev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Altai State Technical University named after I.I. Polzunova*

<sup>2</sup>*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"*

**Annotation.** The types of defects in block buildings, the main causes of defects in block houses are considered, and a defective list is also presented.

**Keywords:** defects, causes of defects, detection of defects, defect list.

В различных зданиях и сооружениях во время строительства и эксплуатации могут возникнуть различные повреждения (дефекты), которые приводят к разрушению, аварийности и возможности обрушения. Поэтому после окончания строительства и в процессе эксплуатации необходимо проводить обследования с целью своевременного выявления и устранения дефектов. Т.к. многие дефекты даже специалист не может всегда визуально оценить, поэтому для выявления дефектов требуется проведение специальной экспертизы.

В ходе проведения экспертизы перечень несоответствий и ошибок, которые были допущены как в процессе строительства, так и при сдаче объекта в эксплуатацию. Для этого выполняют визуальный осмотр объекта и производятся контрольные замеры. По результатам экспертизы предлагаются меры по устранению выявленных дефектов, ремонту разрушенных элементов и делается заключение о возможности дальнейшей эксплуатации объекта.

Рассмотрим наиболее распространённые дефекты строительных конструкций блочных зданий (рисунки 1 – 8).

В строительных конструкциях блочных зданий, как правило, применяют типовые материалы: бетон, кирпич, стальную арматуру, стальные закладные детали и т.д. Поэтому при эксплуатации блочных происходят характерные

процессы в строительных конструкциях, в связи эти возникают повреждения и дефекты, которые идентичны по характеру и методам обнаружения.



Рис. 1 – Выпадение раствора по швам наружных стен



Рис. 2 – Разгерметизация межблочных и межпанельных швов



Рис. 3 – Крен стеновой панели



Рис. 4 – Коррозия закладных деталей



Рис. 5 – Прогиб железобетонных элементов



Рис. 6 – Растрескивание внутренних простенков



Рис. 7 – Трещина над и под оконным проёмом



Рис. 8 – Наличие растрескиваний в опоре плиты

Анализ повреждений и дефектов блочных зданий позволяет выявить следующие основные причины их возникновения [1]:

- неравномерная осадка фундамента; может возникать как на этапе проектирования при недооценке инженерно-геологических и гидрогеологических условий, так и на этапе эксплуатации при изменении этих условий; также неравномерная осадка может быть вызвана перегрузками;

- аварии различного характера: природного (землетрясения, сели и т.п.) и техногенного (пожары, затопления и т.п.);

- различные механические повреждения, возникающие в результате удара, изгиба, вибрации и т.п.;

- ошибки проектировщиков, монтажников;

- некачественные строительные материалы;

- коррозия бетона и арматуры;

- температурное воздействие, как высокие, так и низкие температуры;

- биологические воздействия (грибки, биозаращения и т.п.);

- технологические протечки.

Классификация характерных дефектов и повреждений блочных зданий по различным признакам (причинам, месту появления и возможным последствиям) приведена в таблице 1.

## Классификация характерных повреждений и дефектов блочных зданий

№ п/п	Вид повреждения и дефекта, место расположения и характерные признаки обнаружения	Вероятные причины возникновения и методы обнаружения	Возможные последствия и меры по предупреждению дальнейшего развития или по устранению
1	2	3	4
1	Выпадение раствора из вертикальных и горизонтальных швов наружных стен в результате их расхождения	Неравномерные осадки фундаментов, аварии, вибрационные и сейсмические воздействия. Метод выявления - визуальный	Снижение несущей способности, устойчивости и долговечности. Снижение эксплуатационных характеристик стен. Устранение причин: заделка трещин и восстановление герметизации швов; при необходимости усиление по расчёту
2	Отклонение стен от вертикали	Неравномерные осадки фундаментов, аварии, вибрационные и сейсмические воздействия. Нарушение анкеровки с перекрытиями и поперечными стенами. Методы выявления - визуально-инструментальный	Снижение несущей способности, устойчивости и долговечности. Снижение эксплуатационных характеристик стен. Устранение причин: заделка трещин и восстановление герметизации швов; при необходимости усиление по расчёту
3	Выпучивание стеновых панелей и блоков	Нарушение анкеровки с перекрытиями и поперечными стенами от перегрузок и динамических воздействий. Метод выявления - визуальный	Снижение несущей способности, устойчивости и долговечности. Снижение эксплуатационных характеристик стен. Устранение причин: заделка трещин и восстановление герметизации швов; при необходимости усиление по расчёту
4	Вертикальные трещины в наружных стенах над проемами и в простенках	Неравномерные осадки фундаментов, перегрузки, нарушение защитного слоя. Метод выявления - визуальный	Снижение несущей способности и эксплуатационной пригодности. Устранение причин: заделка трещин и усиление по расчёту

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
5	Вертикальные и наклонные трещины во внутренних стенах	Неравномерные осадки наружных и внутренних стен, нарушение анкеровки в стыковочных узлах, перегрузки, смещение осей. Метод выявления - визуальный	Снижение несущей способности и эксплуатационной пригодности. Устранение причин: заделка трещин и усиление по расчёту
6	Вертикальные и наклонные трещины в местах сопряжения наружных и внутренних стен	Перегрузки, неравномерные осадки, разрывы анкерных связей, динамические и сейсмические воздействия. Метод выявления - визуальный	Снижение несущей способности и пространственной жесткости. Устранение причин: усиление по расчёту
7	Выдавливание наружных панелей и блоков	Горизонтальные динамические нагрузки, избыток внутреннего давления внутри помещений при взрывах, нарушение стыковочных узлов. Метод выявления - визуально-инструментальный	Снижение несущей способности и устойчивости. Усиление по расчету
8	Короткие трещины под опорами плит, перемычек, прогонов, балконных плит, лестничных площадок и маршей	Неравномерные осадки, смещения при монтаже, перегрузки, воздействие динамических нагрузок. Метод выявления - визуально-инструментальный	Снижение несущей способности и устойчивости. Усиление по расчету
9	Нарушение герметизации швов между панелями и блоками с выпадением раствора	Неравномерные осадки, температурно-влажностные деформации, ошибки при строительстве. Метод выявления - визуальный	Снижение эксплуатационной пригодности. Заделка швов раствором и восстановление герметизации

По результатам экспертизы строительного объекта составляется дефектная ведомость [2]. Она является первичным учётным документом. В дефектной ведомости отражается перечень выявленных повреждений и дефектов



строительного объекта, описание качественных и количественных характеристик данных дефектов, предлагаемые меры по устранению повреждений и дефектов с обоснованием необходимых расходных материалов, объёма ремонтных работ и расходов организации на проведение этих работ. Пример дефектной ведомости приведён на рисунке 9.

**ДЕФЕКТНАЯ ВЕДОМОСТЬ  
(АКТ ОСМОТРА)  
на строительно-ремонтные работы**

Наименование объекта: Фрагмент 802/16 Ремонт кровли  
 Расположение объекта: Фрагменты №1 (Балконные плиты)

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во
1	Кровля черновая	м <sup>2</sup>	4520 м <sup>2</sup>
2	Утепление черной кровли (эксперимент)	м <sup>2</sup>	5277 м <sup>2</sup>
3	Фронтон и двускатная кровля		
4	карпентерный	м <sup>2</sup>	500 м <sup>2</sup>
5			
6	Полы бетонные		
7			
8	Над двускатной кровлей	м <sup>2</sup>	1000 м <sup>2</sup>
9	4520 м <sup>2</sup> 509/310 718 600 руб		718 600 руб
10	Кровля фан (эксперимент кровля)		
11	5277 м <sup>2</sup> 393/600 2 073 861		2 073 861
12	Фронтон и двускатная кровля		
13	500 м <sup>2</sup> 550/350 112 600 руб		112 600 руб
14			
15	с учетом инвентаризации		
<b>Заключение:</b>			
	Фанера	890680	1007600
	509/310 с уч инвент	490680	1459400
	эксперимент	2073861	2467820
	509/310 с уч инвент	2073861	8351420
<b>Подпись:</b>			
(должность)		(подпись)	(Ф.И.О.)
(должность)		(подпись)	(Ф.И.О.)
(должность)		(подпись)	(Ф.И.О.)

Рис. 9 – Пример дефектной ведомости

В дальнейшем организация, эксплуатирующая строительный объект, при планировании текущих и капитальных ремонтов учитывает дефектные ведомости, и на их основании составляет сметы на ремонт.

### Список литературы

1. Проект.ру. Вента / Дефектная ведомость. - URL: <https://www.proekt.ru/repair-list.html> (дата обращения 29.10.2022). – Текст : электронный.
2. Лидер проект / Комплексное обследование зданий и сооружений. - URL: <https://lidermsk.ru/> (дата обращения 29.10.2022). – Текст : электронный.

## СЕКЦИЯ 5. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

УДК 621.3

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

О.П. Балашов

*Рубцовский индустриальный институт АлтГТУ*

**Аннотация.** В статье проведен анализ требований нормативных документов к высоковольтным кабельным линиям с пропитанной бумажной изоляцией городского электроснабжения и предложены практические методы её диагностирования.

**Ключевые слова:** диагностика, высоковольтные кабельные линии, диэлектрическая абсорбция, частичные разряды.

### IMPROVEMENT OF DIAGNOSTICS OF INSULATION OF HIGH- VOLTAGE CABLE LINES OF URBAN POWER SUPPLY

O.P. Balashov

*Rubtsovsky Industrial Institute of AltSTU*

**Annotation.** The article analyzes the requirements of regulatory documents for high-voltage cable lines with impregnated paper insulation of urban power supply and suggests practical methods for its diagnosis.

**Keywords:** diagnostics, high-voltage cable lines, dielectric absorption, partial discharges.

Одним из актуальных направлений развития энергетики является совершенствование технического обслуживания электроустановок и электрооборудования систем городского электроснабжения. Так как от этого зависит надежное питание потребителей коммунально-бытового сектора города, что позволяет поддерживать высокий уровень обеспечения его жителей электрической энергией.

Но на обеспечение нормального функционирования электроустановок электроснабжения города влияет не только техническое обслуживание, но и качественные ремонтные работы. Организация качественных ремонтных работ зависит в основном от трех основных факторов. Во-первых, это оценка технического состояния электроустановок системы электроснабжения, во-вторых, качество проводимых ремонтных работ электроустановок и вспомогательного оборудования и в-третьих, качество ремонтных материалов, приспособлений и запасных частей.

Если качество, проводимых ремонтных работ, материалов, приспособлений и запасных частей можно реально отследить и предпринять меры по предотвращению нарушения стандартов, регламента работ и некачественных материалов, то оценка технического состояния электроустановок системы электроснабжения вызывает множество вопросов. И основополагающим моментом здесь является невозможность её получения с

помощью визуального осмотра. Так как, он позволяет выполнить оценку технического состояния электрической кабельной сети только поверхностно, находя видимые дефекты. Получение реальной картины технического состояния, рассматриваемых элементов городского электроснабжения возможно только с проведением диагностирования в рамках специальных измерений и испытаний. Периодичность и параметры которых регламентируется нормативно-технической документацией.

Рассмотрим более подробно, что представляют из себя требования нормативных документов к кабельным линиям высокого напряжения, применяемых в системе городского электроснабжения. Они делят кабельные линии на несколько групп в зависимости от типа конструктивного исполнения их изоляции, материала жил проводника и уровня напряжения, где они функционируют. По типу конструктивного исполнения изоляции высоковольтные кабельные линии городского электроснабжения разделяются на кабели с пропитанной бумажной изоляцией и кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена. Последние стали использоваться сегодня более широко взамен кабельных линий первого типа благодаря своим изоляционным свойствам. Но значительная доля высоковольтных кабельных линий в городском электроснабжении все же приходится на кабельные линии с пропитанной бумажной изоляцией эксплуатирующийся более 20-30 лет.

ГОСТ 18410 [1] хотя и регламентирует срок службы высоковольтных кабельных линий периодом 30 лет, но фактически их срок службы он не ограничивает рассматриваемым периодом. Главное требование этого ГОСТа к высоковольтным кабельным линиям сводится к их техническому состоянию, которое должно быть удовлетворительным, определяемое через испытание повышенным напряжением.

Согласно руководящему документу РД 34.45-51.300 [2] нормы испытаний для высоковольтных кабельных линий с пропитанной бумажной изоляцией приведены в таблице 1.

Таблица 1

Нормы испытаний для кабельных линий.

Требование	Условие	Норма
Проведение испытаний	В эксплуатации до 5 лет	1 раз в год
	В эксплуатации свыше 5 лет	1 раз в 2 года
Сопротивление изоляции		Не нормируется
Испытание изоляции повышенным напряжением	Не менее 5 минут	36 кВ
	Ток утечки	0,2 мА
	Коэффициент асимметрии	2

При выполнении технического обслуживания согласно ПТЭЭП [3] высоковольтные кабельные линии до 35 кВ, проложенные в земле осматриваются раз в три месяца по всей длине. В реальности для высоковольтных кабельных линий городского электроснабжения прокладываемых закрыто затруднён визуальный осмотр. Доступные для осмотра остаются концевые муфты, где происходит её подключение к электрическим аппаратам и открыто проложенные части. Соответственно, получить реальную картину технического состояния высоковольтных кабельных линий не является возможным.

При этом прохождение испытания изоляции повышенным напряжением высоковольтной кабельной линии не дает 100% гарантии, что в течении двух лет не произойдет нарушение изоляции, приводящее к аварийным отключениям потребителей городского электроснабжения. С другой стороны, в случае не прохождения испытания изоляции повышенным напряжением высоковольтную кабельную линию «прожигают» для её восстановления в рамках ремонтных работ. Но при этом следует учитывать, что такой процесс испытания для протяженных кабельных линий может дополнительно нести нагрузку на изоляцию в других локальных местах, вызывая от 2 до 4 мест её ослабления на всем протяжении. Впоследствии через небольшой промежуток времени это приведет к нарушению изоляции, а вместе с этим к возникновению аварийных отключений и перерыву электроснабжения потребителей городского электроснабжения. Полная же замена высоковольтных кабельных линий требует значительных капитальных затрат. Например, стоимость одного километра высоковольтной кабельной линии с учетом прокладки составляет около 3 млн. рублей.

Наиболее рациональным способом продление срока эксплуатации высоковольтных кабельных линий является применение диагностирования, включающие помимо визуального осмотра и испытания повышенным напряжением другие методы диагностики в режиме он-лайн, то есть в процессе их функционирования и работы под напряжением.

В настоящее время в отечественной и зарубежной практике используется широкий набор различных методов диагностики силовых кабельных линий, позволяющих существенно расширить объем информации об их состоянии. Рассмотрим какие методы диагностирования высоковольтных кабельных линий применяются на практике:

1) Испытание повышенным напряжением сверхнизкой частоты. С 2013 года действует нормативный документ [4] согласно, которому кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена испытываются переменным напряжением сверхнизкой частотой 0,1 Гц величиной напряжения равного три фазного значения в течение 1 часа, а затем выпрямленным напряжением величиной 10 кВ в течение 1 минуты. И только после этих двух испытаний и при условии, что кабель их выдержал полностью, его вводят в работу. Для кабелей с бумажной пропитанной изоляцией применять такие виды испытаний возможно только в качестве промежуточных, так как они не исключают и не заменяют

диагностику повышенным напряжением согласно нормативному документу [2]. Метод диагностики относится к щадящему разрушающему контролю, так как испытываемое напряжение по величине выше рабочего значения.

2) Ультрафиолетовый метод. Позволяет найти повреждения изоляции на открыто проложенных частях кабельной линии. Определение наличия дефектов и их степень осуществляется прибором ультрафиолетового контроля. Но при испытаниях могут возникнуть радиочастотные помехи и блики, которые оказывают существенное влияние на результаты диагностики, поэтому рекомендуется рассматриваемый метод использовать совместно с тепловизионным контролем. Ультрафиолетовый метод по степени влияния на высоковольтную кабельную линию относится к не разрушаемому контролю.

3) Тепловизионный метод высоковольтных силовых кабелей позволяет определить наличие дефектов и их степень через нагрев изоляции и токоведущих жил с помощью тепловизора. Особенностью диагностирования является возможность оценки состояния только открытых частей оборудования, доступных для контроля. Тепловизионный как и ультрафиолетовый метод по степени влияния на высоковольтную кабельную линию относится к не разрушаемому контролю.

4) Метод диэлектрической абсорбции достаточно давно известен и широко используется для диагностирования вращающихся машин переменного тока низкого напряжения. По отношению к предыдущим методам сравнительно дешёв, но для высоковольтных кабельных линий с пропитанной бумажной изоляцией на практике используется мало, несмотря на его простоту и эффективность. Особенностью метода является то, что при проведении измерений следует обращать внимание не только на сопротивление изоляции кабельной линии, но и на изменение значения сопротивления во временном интервале, коэффициент абсорбции, определяемый в результате расчетов значений сопротивлений, а также на отличия параметров при замерах по фазам. Метод диэлектрической абсорбции по степени влияния на высоковольтную кабельную линию относится к не разрушаемому контролю.

5) Импульсная рефлектометрия. Для высоковольтных кабельных линий диагностика основана на анализе изменения входного сопротивления изоляции от частоты импульсов приложенного напряжения. При этом имеет свои особенности, которые зачастую могут привести к серьёзным погрешностям измерений. Так как, полученные рефлектограммы трудно анализировать при наличии неоднородной изоляции кабельных линий и изменении их длины.

Если для кабельных линий небольшой протяженности рассматриваемый метод позволяет достаточно точно определять место образования дефекта, то на линиях большой протяженности происходит совмещение отражений от неоднородностей волнового сопротивления изоляции, что затрудняет поиск места повреждения или делает вообще невозможным отыскание дефектов. Применение измерительной аппаратуры более повышенной точности и компьютерных технологий обработки данных позволяет получить более детальную информацию, но это приводит к серьёзному удорожанию такого

метода диагностирования, что не позволяет его применять для широкого практического использования. Метод импульсной рефлектометрии по степени влияния на высоковольтную кабельную линию относится к не разрушаемому контролю.

б) Метод измерения частичных разрядов позволяет с помощью измерений с достаточно высокой точностью определить место возникновения дефектов в высоковольтной кабельной линии. При этом он способствует выявить не только развившиеся и развивающиеся дефекты, но и места потенциально опасные при выполнении серии испытаний путем анализа ранее полученных данных по конкретной кабельной линии. Это дает возможность своевременного выявить дефект или дефекты в ходе диагностирования и устранить потенциально опасные участки при выполнении ремонтных работ, например, путем ремонта соединительных муфт или замены участка линии.

Метод измерения частичных разрядов основан на использовании искрового разряда небольшой мощности, который образуется внутри изоляции или на её поверхности высоковольтных кабельных линий. По степени влияния на электрооборудование относится к щадящему разрушаемому контролю, так как периодически повторяющиеся испытания начинают разрушать изоляцию высоковольтных кабельных линий. Но за счет использования разрядов небольшой мощности разрушение изоляции будет происходить в течение длительного периода, оцениваемого в пределах нескольких месяцев или лет, что снижает вероятность сквозного пробоя изоляции. Положительным моментом рассматриваемого вида диагностики является возможность на ранней стадии выявить развивающееся повреждение изоляции высоковольтных кабельных линий и принять соответствующие меры по недопущению аварийной ситуации в системе городского электроснабжения потребителей.

В результате проведенного анализа нормативных документов требования, предъявляемые к высоковольтным кабельным линиям с пропитанной бумажной изоляцией следует признать недостаточными, так как они не способствуют получить достоверную информацию о состоянии электрических сетей при длительной эксплуатации в системе городского электроснабжения. Для получения более реальной оценки состояния изоляции высоковольтных кабельных линий предлагается применять метод диэлектрической абсорбции и метод частичных разрядов, использование которых позволит получить больше информации о состоянии изоляции электрических сетей. Кроме того, предлагаемые методы в совокупности помогут на ранней стадии выявить развивающиеся повреждения изоляции высоковольтных кабельных линий и принять соответствующие меры по недопущению аварийной ситуации в системе городского электроснабжения потребителей.

### **Список литературы**

1. ГОСТ 18410-73 Кабели силовые с пропитанной бумажной изоляцией. Технические условия - URL: <https://rags.ru/gosts/gost/36765/> (дата обращения 31.10.22). – Текст : электронный.

2. РД 34.45-51.300-97 Объем и нормы испытаний электрооборудования - URL: <https://internet-law.ru/stroyka/doc/11967/> (дата обращения 31.10.22). - Текст : электронный.

3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (с изменениями и дополнениями). Приказ Министерства энергетики РФ от 13 января 2003 г. N 6 - URL: <https://base.garant.ru/12129664/> (дата обращения 31.10.22). - Текст : электронный.

4. ГОСТ Р МЭК 55025-2012 «Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение от 6 до 35 кВ включительно» - URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/53908/> (дата обращения 31.10.22). - Текст : электронный.

### **УДК 621.3**

## **ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧКИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ**

**О.П. Балашов**

*Рубцовский индустриальный институт АлтГТУ*

**Аннотация.** В статье предложен способ дистанционного контроля обнаружения утечки теплоносителя в тепловых сетях.

**Ключевые слова:** утечка теплоносителя, дистанционный контроль, контрольно-измерительные приборы.

## **INTRODUCTION OF A REMOTE CONTROL SYSTEM FOR THE DETECTION OF HEAT CARRIER LEAKAGE AT THE HEAT POWER ENTERPRISE**

**O.P. Balashov**

*Rubtsovsky Industrial Institute of AltSTU*

**Annotation.** The article proposes a method for remote control of the detection of heat carrier leakage in heating networks.

**Key words:** heat carrier leakage, remote control, instrumentation.

Предприятия теплоэнергетики помимо выработки тепловой энергии уделяют большое внимание её транспортировке потребителям по тепловым сетям. При этом следует учесть, что некоторые тепловые сети городского теплоснабжения имеют значительный износ, так как они эксплуатируются длительный период времени. Поэтому любое нарушение в функционировании тепловых сетей по различным причинам может привести к возникновению аварийной ситуации, приводящей к утечке теплоносителя.

Утечка теплоносителя ведет к серьезным финансовым затратам и потерям, что существенно сказывается на экономической устойчивости предприятия. Рассмотрим более подробно. Во-первых, на функционирование и режим работы тепловых сетей влияет продолжительность отопительного зимнего периода,

который в России составляет от 90 до 250 календарных дней в году в зависимости от региона. Во-вторых, теплоноситель представляет собой специально подготовленную воду, содержащую специальные добавки, прошедшую очистку и нагретую до определенной температуры. В тепловых сетях существуют потери теплоносителя по разным причинам. Для восполнения этих потерь используют подпитку. Подпитка представляет собой теплоноситель, дополнительно подаваемый в систему теплоснабжения для восполнения технологического расхода и потерь при передаче тепловой энергии. Использование подпитки влияет негативно на качество теплоносителя, снижая его параметры и требует дополнительных затрат на нагрев, что приводит к дополнительной нагрузке на котельное оборудование. В-третьих, любое возникновение утечек в тепловых сетях вызывает у потребителей ненормальные режимы, начиная от частичного до полного отключения подачи тепла, что в зимний период чревато нарушением микроклимата помещений, снижением температуры и возможным выходу её из строя в целом. В-четвертых, нельзя забывать о возможном экологическом ущербе, который может возникнуть при утечках теплоносителя из тепловой сети в окружающую среду, а также негативно повлиять на городскую инфраструктуру, транспорт, электроснабжение и жизнь людей.

Поэтому обнаружение утечек теплоносителя для предприятия теплоэнергетики остается одной из первостепенных задач. При возникновении утечки для её отыскания будет задействован весь персонал по обслуживанию тепловых сетей. При этом создаются дополнительные аварийные бригады, квалифицированный персонал снимается с других участков, что негативно сказывается на производительности труда и функционирование предприятия теплоэнергетики.

Для обнаружения утечки все бригады, включая аварийную, выдвигаются на осмотр тепловых сетей и тепловых камер. В первую очередь осматривают наиболее ветхие участки тепловых сетей, затем все остальные. Часто для поиска приходится охватывать большую часть территории города. В виду того, что более половины трубопроводов тепловых сетей проложено подземным способом, это усложняет процесс обнаружения утечки и увеличивает затраченное на поиски время.

Если путем осмотра не удастся обнаружить место утечки, то для ее нахождения прибегают к поочередному отключению квартальных сетей, а затем персонал диспетчерской службы отслеживает показания приборов, пока те не снизятся до допустимых значений. После этого персонал осматривает отключенный участок на наличие повреждений и неплотностей.

Такой способ обнаружения позволяет определить участок, в котором имеется утечка, но среднее время, затраченное на обнаружение утечки, может составить от 4 до 6 часов.

Этот алгоритм обнаружения утечки не единственный, но наиболее вероятный. Сегодня существует ряд методов для поиска утечек теплоносителя,



но до сих пор не разработан единый способ, пригодный для работы в любых условиях [1, 2].

С развитием современных контрольно-измерительных приборов (КИП), а также наличия компьютерных и программных систем обработки данных и их фиксации, наличие сетевых технологий с возможностью передачи информации через сеть интернет организация систем дистанционного контроля параметров теплоносителя на предприятиях теплоэнергетики становится все более актуальным.

Внедрение системы дистанционного контроля параметров теплоносителя может значительно облегчить процесс поиска места утечки теплоносителя. Система, представляющая совокупность аппаратных и программных средств, позволяет собирать и анализировать различные параметры. С её помощью можно быстро обнаруживать неполадки в работе трубопровода, получать точную информацию о характере и координатах возникшего дефекта. Кроме того, она позволяет провести диагностику запорной аппаратуры и тепловых сетей, но и может быть использована для задания и управления оптимальными режимами давления и температуры теплоносителя в зависимости от нагрузки и позволяет отследить утечки, связанные с порывом трубопроводов в системе.

Но все же следует признать, что применение системы дистанционного контроля не в полной мере позволит решить задачу по обнаружению утечек. Во-первых, основными задачами такой системы является дистанционный контроль параметров теплоносителя, который может быть осуществлен путем установки контрольно-измерительных приборов на подающим и обратном трубопроводах или в узловых точках тепловой сети при разветвленной схеме, что для контроля утечек будет являться недостаточным. Во-вторых, полученная информация состояния тепловых сетей и запорной аппаратуры, получаемая в ходе диагностики, также не может со значительной долей вероятности указывать, что именно на этом участке произойдет утечка, так как является достаточно общей, хотя и показывает её текущее состояние. Поэтому такая система дистанционного контроля на предприятии для процесса обнаружения утечек в трубопроводе может быть задействована только частично.

Наиболее оптимальным способом отыскания утечек в трубопроводе на наш взгляд является в первую очередь сокращения времени затраченного на поиски утечек. В связи с этим предлагается разбить всю систему тепловых сетей на некоторые небольшие участки в границах квартала или единого микрорайона города. Это приведет к необходимости привлечения большего количества контрольно-измерительных приборов, линий связи, сетевого оборудования, дополнительных программных средств и продуктов без непосредственного увеличения компьютерной техники на предприятии.

После установки КИП, программных и аппаратных средств, например, таких как «ЛЭРС Учет» [3] все данные будут поступать в диспетчерскую службу. Поступившие данные используют для отображения, анализа ситуации, построения отчетов и принятия решений. При отклонении параметров теплоносителя от расчетных на одном из участков при возникновении утечек

сотрудники диспетчерской службы сообщают о нарушении целостности тепловых сетей и локально вычисляют место аварии. Оперативно-выездная бригада быстро прибывает на место аварии и предпринимает все необходимые меры для её локализации и устранения.

Особенностью предлагаемой системы является то, что обработка информации и принятие решения о местах возникновения аварийных ситуаций и потерь тепловой энергии осуществляется в режиме реального времени. Информация сохраняется в базах данных и используется для анализа протекающих в трубопроводах процессов.

Для обхода указанного участка и обнаружения утечки будет достаточно одной бригады, это позволит остальным сотрудникам далее выполнять запланированные работы. К тому же, зная на каком именно участке тепловой сети возникла утечка теплоносителя, не нужно будет прибегать к поочередному отключению кварталов, что в свою очередь положительно скажется на качестве услуги теплоснабжения.

Таким образом, установка КИП на тепловые сети в специальных тепловых камерах позволит: сократить время поиска утечек за счет разделения системы теплоснабжения города на участки, сократить затраты предприятия на подпитку и ее нагрев до 50%, уменьшить число сотрудников, принимающих участие в поиске утечки, повысить качество теплоснабжения, за счет оперативного обнаружения утечек.

### **Список литературы**

1. Седлер, М. Удаленная диспетчеризация теплосетей в «умном городе» /М. Седлер, П. Шостаковский. - URL:<https://controlengrussia.com/otraslevyeresheniya/zkh/monitoring-teplotrass/> (дата обращения 10.10.22). - Текст : электронный.

2. Приказ Министерства энергетики РФ от 30 декабря 2008 г. N 325 "Об утверждении порядка определения нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии, теплоносителя" (с изменениями и дополнениями) – URL: <https://base.garant.ru/195152> (дата обращения 15.10.22). - Текст : электронный.

3. Коммуникационные контроллеры «ЛЭРС GSM LitePro». Руководство по эксплуатации - URL:[https://www.lers.ru/upload/Руководство%20LitePro%20\(005\).pdf](https://www.lers.ru/upload/Руководство%20LitePro%20(005).pdf) (дата обращения 21.10.22). - Текст : электронный.

УДК 621.31

## МОБИЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ НА ВОДОРОДЕ

О.П. Балашов, А.А. Шишин, Е.А. Белых, И.Ю. Рогожин, Т.В. Шипуля  
*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский  
государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** Водородная энергетика является наиболее привлекательным источником энергии, но до сих пор существует ряд проблем, препятствующих ее массовому применению; в работе изложены основные моменты внедрения водородных топливных элементов

**Ключевые слова:** водород, энергия, топливо, источник, элемент

## MOBILE HYDROGEN POWER PLANT

O.P. Balashov, A.A. Shishin, E.A. Belykh, I.Y. Rogozhin, T.V. Shipulya  
*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the Altai State Technical University  
named after I.I. Polzunov*

**Annotation.** Hydrogen energy is the most attractive source of energy, but there are still a number of problems preventing its mass application; the paper outlines the main points of the introduction of hydrogen fuel cells

**Keywords:** hydrogen, energy, fuel, source, element

Сегодня водород считают идеальным топливом, так как это самый распространенный элемент во вселенной, а во время его использования выделяется большое количество энергии с образованием воды без вредных газов. Благодаря своим преимуществам водород можно использовать в энергетике, но получение его в промышленных масштабах вызывает значительные трудности [1, 2].

Первый водородный топливный элемент был разработан английским ученым Уильямом Гроувом ещё в 19 веке. Гроув проводил исследования с осаждением меди из водного раствора сульфата меди на поверхность железа и увидел, что под действием электрического тока вода разлагается на водород и кислород. В дальнейшем Гроув и другой ученый Шенбейн, проводя исследования параллельно, получили возможность выработки энергии в топливном элементе с использованием кислотного электролита. А в 1959 году, Фрэнсис Т. Бэкон модернизировал идею добавив ионообменную мембрану к водородному топливному элементу, чтобы увеличить транспортировку гидроксид-ионов. Изобретение Бэкона заинтересовало НАСА, и конструкция использовалась на космическом корабле "Аполлон" в качестве источника энергии во время его полетов.

Теперь водородный топливный элемент (рис. 1) выглядит как традиционный гальванический элемент с одним единственным отличием: вещество для реакции не хранится в элементе, а постоянно поступает извне. При перемещении через пористый анод электроны водорода попадают в электрическую цепь и его катионы проходят через мембрану. Затем на катоде кислород захватывает протон и внешний электрон, что приводит к образованию воды.



Рис. 1 - Водородный топливный элемент

Так как, топливный элемент выдает напряжение около 0,7 В элементы приходится объединять в массивные топливные элементы с необходимым выходным напряжением и током. Теоретическое напряжение водородного элемента конечно-же может достигать 1,23 В, но возникают потери, направленные на нагрев. Схема работы такого элемента представлена на рис. 2.

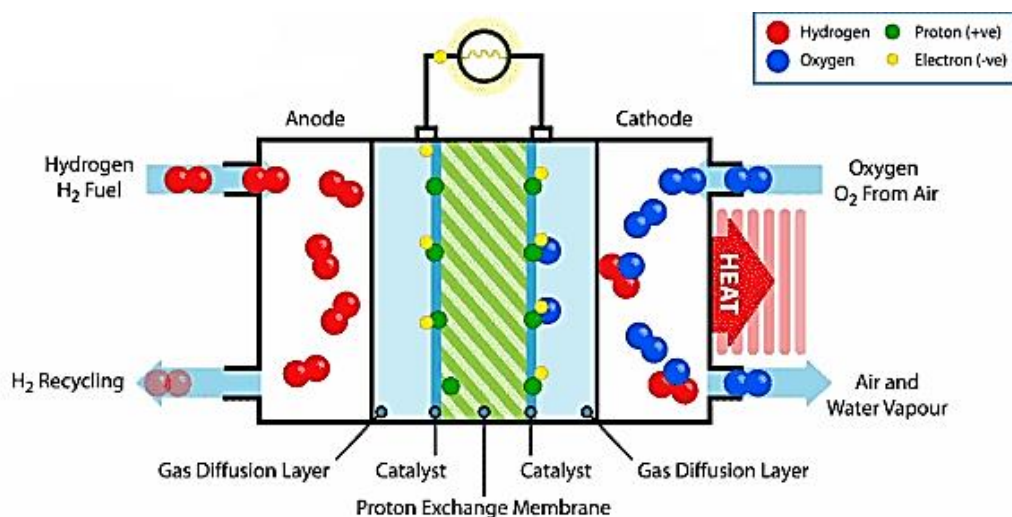


Рис. 2 – Принцип работы водородного элемента

С точки зрения других видов энергии водородные элементы имеют более высокий КПД-60%. Для сравнения, например, КПД образцовых двигателей внутреннего сгорания находится в пределах 35-40%, солнечные панели КПД - около 20%, КПД ветряных роторных установок – 40%.

Таким образом, водород является наиболее привлекательным источником энергии, но все же существует ряд проблем, препятствующих его массовому

применению [2, 3]. Наиболее важным из них является процесс извлечения водорода.

Водородная энергия экологически безопасна, но не автономна. Для работы топливному элементу необходим водород, которого нет на Земле в чистом виде. Необходимо получить водород, но все методы, которые существуют сегодня дорогие или малоэффективны.

Наиболее эффективным методом с точки зрения объема производимого водорода на единицу потребляемой энергии является метод преобразования пара природного газа. Метан соединяясь с водяным паром при давлении около 19 атмосфер и температуре 800 градусов преобразуется в сырье с большим содержанием водорода (около 70%) [3]. Для преобразования газа требуются большие мощности, которые можно получить только в промышленности.

Более удобный и простой метод – электролиз воды. Когда электрический ток проходит через очищенную воду, происходит серия электрохимических реакций с образованием водорода. Существенным недостатком этого метода является высокий расход энергии, необходимый для проведения реакции. Чтобы снизить потери во время электролиза и сохранить ценные ресурсы, некоторые предприятия стремятся использовать системы «электричество-водород-электричество», в которых производство электроэнергии возможно за один заряд извне.

Мы предлагаем использовать такую конструкцию в мобильной мини-электростанции, которая превращает воду в водород, а соответственно водород - в энергию. Он использует солнечные панели для поддержания электролиза, а избыточная энергия накапливается в батареях и заставляет систему работать в отсутствие солнечного света. Полученный водород подается непосредственно в топливные элементы или хранится во встроенном баке. За один час можно получить до 2 м<sup>3</sup> водорода и выходную мощность до 55 кВт, при этом потребуется до 5 м<sup>3</sup> воды [4]. Мощность мини-электростанций не позволяет обеспечить электроэнергией крупное промышленное предприятие или целый город, но ее достаточно для работы небольших групп потребителей или организаций. Благодаря своей мобильности он также может быть использован в качестве резервного питания при возникновении стихийных бедствий или аварийных отключений. Кроме того, в отличие от дизельного генератора, которому для нормальной работы требуется топливо, водородной электростанции требуется только вода.

Сегодня водородные топливные элементы используются в портативных электростанциях, городских автобусах и железнодорожном транспорте, а также могут применяться в квадрокоптерах. Так, например, экспериментальные беспилотные летательные аппараты на топливных элементах производства российской компании AT Energy применялись для съемок на Олимпийских играх в Сочи [1].

Стало известно, что на предстоящих Олимпийских играх в Токио водород будет использоваться в автомобилях, при производстве электроэнергии и тепла, а также станет основным источником энергии для Олимпийской деревни. Для

этого по заказу Toshiba Energy Systems & Solutions Corp. в японском городе Намиэ строится один из крупнейших в мире заводов по производству водорода.

Водородная энергетика только на пути своего становления и перспективе благодаря своим свойствам превзойдет ископаемое топливо и некоторые возобновляемые источники энергии. Но в ближайшее время массовое внедрение технологии вряд ли произойдет, все еще необходимо решить ряд проблем, связанных с производством и эксплуатацией специальных энергетических установок, для снижения их стоимости. Когда технологические барьеры будут преодолены, водородная энергетика, как и в своё время электрическая энергия будет использоваться повсеместно.

### Список литературы

1. Водородная энергетика: начало большого пути – URL : <https://habr.com/ru/company/toshibarus/blog/428511/> (дата обращения: 30.10.2022). – Текст: электронный.
2. Клямкин, С. Н. Водородная энергетика: достижения и проблемы / С. Н. Клямкин, Б. П. Тарасов // Возобновляемые источники энергии. Вып. 5 : 6 Всерос. науч.-молодежная школа, Москва, 26-27 нояб. 2008 г. М., 2008. С. 147-157.
3. Матковский, П. Е. Современная энергетика / П.Е. Матковский [и др.] // Машиностроитель. 2008. № 7. С. 13-20.
4. Дей, Р. Водород - устойчивое энергетическое решение / Р. Дей // Мир стандартов. 2007. № 1. С. 82-84.

### УДК 612

#### **«SMART METER»-«SMART METERING»-«SMART ENERGY» – РАЗВИТИЕ ПОНЯТИЙ ОТ ПРОШЛОГО К СОВРЕМЕННОСТИ**

Е.С. Колычева, А.Н. Татарникова

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** В статье рассмотрена технология удаленного сбора подробной информации о количестве потребления и качестве энергетических ресурсов в сфере коммунального хозяйства. Также представлена возможная структура систематического сбора данных, в основе которой лежит технология цифровых счетчиков «smart meter». В такой системе информация, несет в себе все необходимые данные о поведении потребителей энергоресурсов и используемом ими бытовом оборудовании. Так же рассмотрена важность smart energy и ее главные приоритеты в энергетической сфере.

**Ключевые слова:** цифровые счетчики, учет, сбор, электроэнергия.

#### **"SMART METER" - "SMART METERING" - "SMART ENERGY" - THE DEVELOPMENT OF CONCEPTS FROM THE PAST TO THE PRESENT**

E.S.Kolycheva, A.N. Tatarnikova

*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the Altai State Technical University  
named after I.I. Polzunov*

**Annotation.** The article considers the technology of remote collection of detailed information about the amount of consumption and the quality of energy resources in the field of public utilities. A possible framework for systematic data collection based on smart meter technology is also presented. In such a system, information carries all the necessary data about the behavior of energy consumers and the household equipment they use. The importance of smart energy and its main priorities in the energy sector are also considered.

**Keywords:** digital meters, accounting, collection, electricity.

В настоящее время использование автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) на основе технологии Smart Metering обосновалось широко среди электросетевых, энергосбытовых компаний, инфраструктурных предприятий различных отраслей, жилищных и управляющих организаций. Использование умных точек учета за последние 10 лет получило широкое распространение. Оптимизированный баланс CO<sub>2</sub> и сниженное энергопотребление обеспечивают дополнительную экологическую ценность. Каждый сэкономленный киловатт-час также оказывает экономическое воздействие на банковский счет. Переход на интеллектуальные счетчики к концу 2027 года является ключевым шагом на пути к созданию общества мощностью 2000 Вт. Обработка данных о потреблении и состоянии с помощью цифровых счетчиков дает преимущества – и не только для потребителей.

Цифровые счетчики - тип счётчиков, определяющих показатели потребления, наиболее точнее, чем типичные средства измерения, оснащенные коммуникационными функциями для передачи собранной информации с помощью сетевых технологий для того, чтобы наблюдать и осуществлять расчётные операции за коммунальные услуги.

Данные счётчики схожи с давно существующим счётчикам для пользования коммунальными ресурсами, помимо того включают в себя ряд различных технологий. Главную причину интеллектуальности задают микроконтроллеры с автономным питанием на 5-9 лет и радиоканалы, подходящие для передачи информации как на однонаправленную, так и двунаправленную по интернету и другими способами. С началом рыночных отношений в электроэнергетике и других подразделениях общественных ресурсов правительственная структура начала поиск наиболее выгодных средств для контроля потребления и выработки энергии. Классические электрические счётчики измеряют только общее количество потреблённой электрической энергии и не обеспечивают информацией о том, в какие промежутки времени произошло потребление. Одновременно с этим интеллектуальные счётчики являются в достаточной мере экономичным средством для получения такой информации, позволяя ценообразующим организациям вводить высокодифференцированные тарифы на расход в зависимости от необходимого промежутка времени и проводить оценку потребления и управлять потреблением, тем самым уменьшая расход сверх меры потребления. Сокращение ненужного расхода ресурсов конечными потребителями предельно ценно для энергосбережения. Известный факт, если

потребление уменьшится на 1-2 квтч конечным потребителем, то это приведет к экономии до 5-6 квтч энергии у производителя. В частном секторе России потребление горячей воды и энергии отопления составляет до 79-91% от общего энергопотребления, поэтому именно в многоквартирных домах интеллектуальные счетчики и умные системы учёта для экономии расхода воды и тепла наиболее актуальны на сегодняшний день [1].

Область цен на потребляемые энергоресурсы как правило достигает максимума и минимума в определённые временные промежутки дня и времена года. Если генерирующие мощности являются ограниченными, то цены могут в значительной мере расти, но тогда электроэнергия приобретает у наиболее дорогих источников энергии, например, с соседних территорий или вынужденно включаются в работу собственные дорогостоящие. Исходя из того, что выставление потребителям разграниченных счетов в зависимости от времени дня поможет им упорядочить характер потребления пропорционально рыночным ценам. Инспектирующие и ценообразующие органы предполагают, что такого рода «ценовые сигналы» помогут увеличить сроки строительства дополнительных генерирующих мощностей, отсрочить приобретение электроэнергии у дорогостоящих источников и быстро снизит рост цены на электроэнергию [2]. Из известных решений для передачи данных с интеллектуальных счётчиков — это использование сотовых и пейджинговых сетей, выделенных радиоканалов, обмена данными по линиям электропередач. Помимо этого, в применении используются беспроводные сети, сети с ячеистой планировкой или их сочетание.

Функции «smart metering» выглядят наиболее востребованными, понятными и ценимыми среди потребителей. Глобальный центр сбора информации о энергии провел анализ данных, собранные с 400 тысяч домов, входящих в 100 пробных проектов. Было зафиксировано уменьшение потребления электроэнергии на 8,68% в тех точках, где были установлены домашние «smart metering».

Вопрос защиты информации в движении к умному учёту и обществу с устойчивым функциональным развитием энергетики является на данный момент критическим. Производственники должны быть уверены, что принятые решения, в достаточной мере, соответствуют требованиям безопасности и защиты личной информации потребителя. Что гарантирует длительное распространение Smart meters. Те, кто используют Smart meters, могут в достаточной мере оценить возможности выбора, восстановления системы после сбоя, а также дополнительные услуги, которые предоставляют умные сети [3]. С другой стороны выбора тарифа по времени потребления, это дает возможность конечным потребителям контролировать использование энергии на основе выбора времени использования мощностей. С определением промежутков, когда стоимость может быть дешевле или дороже. Например, потребители могут определить, в какой промежуток времени будет наиболее экономически выгодным устроить полив сада. Так же потребители получают возможность перехода на предоплату. Потребители, которые предпочитают



использовать функцию предоплаты, получают дополнительное преимущество ввиду возможности, позволяющей сократить расходы, так как в таком случае можно установить лимиты и контролировать потребление электроэнергии в рамках установленных собственных ограничений.

Одно из преимуществ Smart meters—это быстрое восстановление при отключении от производителя ресурса. Потребитель энергии имеют гарантию, что подконтрольные сети лучше обнаруживают причины сбоев и могут с наибольшей точностью определить проблемы с обслуживанием, незамедлительно выслать оперативно-ремонтную бригаду и восстановить полноценную работу. Дополнительные услуги, такие как онлайн-приложения являются главным источником информации для потребителя, например, в штате Висконсин компания Westar Energy, дает пользователям полный доступ для мониторинга расхода потребляемой энергии и получения всей необходимой информации о текущих затратах. Предупреждающие сообщения в виде электронных писем на почту или текстовых смс-сообщений на смартфон уведомляют конечного потребителя о том, что потребление достигло установленного порогового значения, запрограммированного заранее им же. Так же есть возможность получать выписку о состоянии лицевого счёта каждую неделю по электронной почте и ежедневные обновления информации о расходе мощности. В настоящий момент трансформация энергетики идет по трем основным направлениям — децентрализация, декарбонизация и диджитализация. Наиболее знакомый в России подход—это децентрализация, предполагающая собой создание источников генерации непосредственно вблизи с потребителями энергоресурсов. Такой шаг позволяет повысить надежность энергоснабжения, существенно уменьшить потери и сэкономить на платежах за энергоресурсы. Первая волна запуска собственных энергоцентров, в том числе с установками когенерации и три генерации, произошла в России еще в начале 2000-х гг. С тех пор тема не теряет актуальности—более того, у нее появляются новые измерения. Собственники объектов генерации уже разрабатывают планы, как использовать переизбыток электроэнергии в общую энергосистему [4].

Smart energy – это процесс использования устройств для повышения энергоэффективности. Основное внимание уделяется мощным, устойчивым возобновляемым источникам энергии, которые способствуют повышению экологичности при одновременном снижении затрат. Рассмотрим один из наиболее перспективных вариантов Smart energy, это солнечная энергия уже дала о себе знать. Особенно узнаваемая форма возобновляемой энергии, солнечная энергия является одной из самых обсуждаемых — даже среди тех, кто мало знает об этой области. Что же сделало солнечную энергию такой популярной? Сочетание факторов. Для начала, ее сравнительно легко собрать. Вездесущая и свободная природа солнечного света сделала его чрезвычайно привлекательным вариантом. Поскольку это неограниченный ресурс, который также находится в постоянном, высоком предложении, солнечная энергия оказывается одной из самых обсуждаемых форм возобновляемой энергии. В

сегодняшнюю современную эпоху Smart energy становится все более важной, а дальновидные компании делают интеллектуальные энергетические системы главным приоритетом. Это увеличение инвестиций в интеллектуальные энергетические системы создает много преимуществ для потребителей, окружающей среды и поставщиков энергии в целом. Это толчок, который ощущается во всем мире, поскольку страны по всему миру присоединяются к глобальным усилиям по переходу к энергетической зависимости от традиционных источников.

Smart meter, smart metering, smart energy- является развитием от прошлого к современности. Данное функциональное программное обеспечение, имеет возможность в заданные временные рамки производит накопление и сбор информации по приборам учета, по любым мощностям, измеряемым Smart meters-по нагрузке, частоте, напряжению, фазным углам, токам и др. Давая при этом возможность потребителю иметь доступ к этой информации. Умные сети расширяют возможности конечных потребителей и создают достаточные условия для полной осведомлённости о потреблении и экономически возможных последствиях, так же позволяют не менее эффективно использовать ресурсы.

#### Список литературы

1. Цифровой счётчик. - URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 01.11.2022). – Текст: электронный.
2. Красник, В. В. 102 способа хищения электроэнергии / В.В. Красник. - М.: НЦ ЭНАС, 2011. - 160 с.
3. Особенности развития систем SMART METERING в Европе и США. - URL : <https://izmerenie.ru/news/magazine/interview/mark-munday-v-interview-zhurnal-powergrid-international/> (дата обращения: 01.11.2022). – Текст: электронный.
4. Железко, Ю. С. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях. Руководство для практических расчетов / Ю.С. Железко, А.В. Артемьев, О.В. Савченко. М.: НЦ ЭНАС, 2006. - 280 с.

УДК 612

#### НОВИНКИ ЭЛЕКТРОНИКИ

Е.С.Колычева, Г.В. Плеханов

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** В статье представлено описание новейших технологий электроники. Из имеющегося многообразия новинок — это технология Blockchain с методами использования и возможными плюсами, и минусами применения. А также описание использования данной технологии в энергетике.

**Ключевые слова:** блокчейн, блок, энергетика, технологии.

NEW ELECTRONICS

E.S. Kolycheva, G.V. Plekhanov

**Annotation.** The article describes the latest electronics technologies. Of the available variety of novelties, this is Blockchain technology with methods of use and possible pros and cons of application. As well as a description of the use of this technology in the energy sector.

**Keywords:** blockchain, block, energy, technology.

### Введение

Технология блокчейна - это цепь блоков, которая используется для передачи данных по транзакциям и хранения их. Информация, содержащаяся в нем, может быть принятой в любой форме и отражать информацию, касающуюся времени, даты или конкретной операции. Каждый блок технологии содержит информацию о конкретном количестве транзакций. Когда он заполнен, создается еще один. Блоки можно отличить друг от друга с помощью уникальных хеш-кодов. Наиболее важной особенностью, которую имеет блокчейн, является факт, что он основан на одноранговой сети. Это означает, что ни один сервер или компьютер не проверяет транзакцию. Благодаря сложным криптографическим операциям технология полностью безопасна.

### Основная часть

Блокчейн, иногда называемый технологией распределенного реестра (DLT), делает историю любого цифрового актива неизменной и прозрачной за счет использования децентрализованной сети и криптографического хеширования. Простую аналогию того, как работает технология блокчейна, можно сравнить с тем, как работает документ Google Docs. Когда вы создаете Google Doc и делитесь им с группой людей, документ просто распространяется, а не копируется или передается. Это создает децентрализованную цепочку распространения, которая дает всем доступ к базовому документу в одно и то же время. Никто не заблокирован в ожидании изменений от другой стороны, в то время как все изменения в документе записываются в режиме реального времени, что делает изменения полностью прозрачными. Однако следует отметить существенный пробел в том, что, в отличие от Google Docs, исходный контент и данные в блокчейне не могут быть изменены после записи, что повышает уровень безопасности [1].

### Безопасность блокчейн

Безопасность блокчейна состоит из множества факторов. Сложные системы с несколькими участниками имеют возможность извлечь выгоду из технологии блокчейн. Сложная сеть участников страдает от разрозненных инфраструктур и многочисленных неэффективных процессов. Например, нефтяные и газовые компании особенно обеспокоены конфиденциальностью и коммерческой тайной. Эти частные сети блокчейнов предлагают разрешение данных и выборочный доступ для предварительно одобренных сторон. Частные блокчейны представляют собой временное решение, пока общедоступные блокчейны не смогут реализовать необходимые функции конфиденциальности,

которые требуются бизнесу. Технология используется не только в криптовалютах. Многие бизнес-сектора используют эту технологию для улучшения своей деятельности. Повышается не только безопасность, но и упрощается процесс, что снижает затраты.

Блокчейн в энергетическом секторе можно использовать для питания сетей зарядных станций и подключенных транспортных средств, участвующих в общей экономике. В такой экономике транзакции будут проводиться в токенах энергии, которые можно будет тратить на зарядных станциях или обменивать водители и автономные транспортные средства.

Блокчейн в банковском деле - позволяет пользоваться услугами банка независимо от дня и времени. Банки работают только пять дней в неделю, но каждый хочет пользоваться банковскими услугами в выходные дни. Блокчейн также помогает здесь проверить подлинность документов, и ускорить обмен средств [2].

Блокчейн в здравоохранении - позволяет хранить записи пациентов. Это также позволяет быстрее идентифицировать и повышает безопасность и конфиденциальность документации.

Блокчейн в криптовалютах - данная технология основой существования криптовалюты. Важно отметить, что сборы за транзакции не требуются из-за отсутствия центрального органа.

Блокчейн в системах голосования - подсчет голосов с их полной историей, которая предотвращает их фальсификацию.

Блокчейн в азартных играх - обеспечивает анонимность данных победителя, переводы выигрышей и создание собственных валют в компьютерных играх.

Блокчейн в государственных услугах - регистры персональных данных, налоги и регистры земли и ипотеки.

Это лишь некоторые из множества отраслей, в которых используется блокчейн. Технология оптимизирует многие процессы, которые кажутся естественными, и это ее заслуга.

Более подробно рассмотрим технологию блокчейн в области энергетики.

Энергия является фундаментальной валютой Вселенной. На самом деле всю историю человеческой цивилизации можно точно описать как непрерывающееся стремление удовлетворить растущие потребности человечества в элетроэнергии. Каждый большой технологический скачок, который мы совершали на протяжении всей истории, был так или иначе связан с открытием новых источников энергии или лучшим использованием существующих. Между тем наша способность использовать источники энергии всегда зависела от создания, обслуживания и управления инфраструктурой и блокчейн может стать одним из ключевых изменений в этой сфере.

5 шагов как энергетическая отрасль может извлечь выгоду из блокчейна:

1. повышенная наглядность и прозрачность-технология помогает повысить прозрачность данных в цепочках поставок и между различными участниками, от крупных производителей энергии до государственных

инспекторов, автономных поставщиков услуг и отдельных потребителей; с помощью блокчейна компании могут создать единую платформу, которая эффективно поддерживает сквозной процесс доставки энергии и обеспечивает доступ к данным в режиме реального времени и их безопасность.

2. Токенизация энергии. Этот возможный переход к новой динамике спроса и предложения можно сделать еще более понятным с помощью токенизации. «Оцифровка» избыточной энергии в виде токенов, которые можно было бы легко продать или конвертировать обратно в энергоснабжение, может революционизировать способы доступа потребителей к энергии, ее получения и использования. Это может обеспечить удобные схемы оплаты по мере использования и способствовать появлению новых типов торговых площадок, где «энергетические токены» будут обмениваться на товары. Токенизация также может помочь отслеживать и сокращать выбросы углерода за счет упрощения выдачи, распределения и обмена углеродными кредитами.

3. Энергетический сектор обычно опирается на сложные сети и цепочки поставок, включающие множество участников. Добыча и распределение нефти, например, включает в себя ряд этапов, включая разведку, добычу, переработку, транспортировку и маркетинг. Технология блокчейн может помочь организовать различные стороны, участвующие в этих действиях, тем самым обеспечив бесперебойную коммуникацию, ускоряя процессы и устраняя неэффективность в цепочке поставок. Такая оптимизация может привести к значительной экономии средств для организации.

4. Еще одной ценной особенностью блокчейна в энергетике является его способность повышать прозрачность в сети с несколькими сторонами. Поскольку каждый участник данной сети блокчейнов имеет собственную копию реестра блокчейнов, информацию, записанную в этом реестре, легко проверить. Более того, неизменность блокчейна гарантирует, что записи, уже хранящиеся в реестре, нельзя будет изменить. Это также может повысить соответствие нормативным требованиям в отрасли. Всего этого можно добиться, не отказываясь от контроля над своими конфиденциальными данными. Это очень важно в отрасли, которая сильно зависит от коммерческой тайны.

5. Еще одним интересным свойством технологии блокчейн является ее способность оцифровывать физические активы. С помощью смарт-контрактов любой актив может быть оцифрован и сохранен на блокчейне в виде токенов. Это может преобразовать торговлю энергетическими товарами, а также создать новые способы торговли излишками энергии, квотами на выбросы углерода и другими способами.

Компании, стремящиеся внедрить технологию блокчейна в оптовое распределение электроэнергии, сосредотачиваются на подключении конечных пользователей к сети. Технологии блокчейна в сочетании с устройствами IoT позволяют потребителям продавать и покупать энергию напрямую из сети, а не у розничных продавцов. Grid+ это энергетическая компания, работающая на блокчейне и специализирующаяся на оптовом распределении энергии. Фирма

определила розничных торговцев как основной источник неэффективности на потребительском рынке электроэнергии. Розничным торговцам принадлежит небольшая часть сетевой инфраструктуры. Вместо этого они управляют только теми услугами, которые может заменить технология блокчейна, такими как выставление счетов и учет использования. Дополнение розничных продавцов платформой на основе блокчейна может снизить потребительские счета примерно на 40%. Он может работать в качестве катализатора для бизнес-моделей и процессов изменения на различных предприятиях, способствуя росту сложности, повышая безопасность данных и улучшая прозрачность данных [3].

Так же рассмотрим плюсы и минусы данной технологии.

К преимуществам технологии блокчейн следует отнести:

1. прозрачность. Блокчейн децентрализован, что означает, что любой участник сети может проверить данные, записанные в блок-цепочку. Поэтому общественность может доверять сети. С другой стороны, традиционная база данных централизована и не поддерживает прозрачность. Пользователи не могут проверять информацию, когда захотят, а администрация делает выбранный набор данных общедоступным самостоятельно;

2. снижение затрат - нет необходимости привлекать третьих лиц, необходимых для проверки определенных данных. Это снижает стоимость кампании, необходимой для выполнения ее процесса с точностью и безопасностью;

3. точность - блокчейн лишен человеческих ошибок;

4. безопасность - наличие технологии P2P, цифровых подписей и вышеупомянутых модификаций, и консенсуса делает процесс безопасным. За это отвечает наличие хеш-кода, который уникален для каждого отдельного блока, и его изменение, по возможности, практически невозможно.

Из недостатков блокчейна можно указать:

1. Скорость и производительность. Блокчейн значительно медленнее, чем традиционная база данных, потому что технология выполняет больше операций. Во-первых, он выполняет проверку подписи, которая включает в себя криптографическую подпись транзакций. Блокчейн также полагается на механизм консенсуса для проверки транзакций. Некоторые механизмы консенсуса, такие как доказательство работы, имеют низкую пропускную способность транзакций. Наконец, существует избыточность, когда сеть требует, чтобы каждый узел играл решающую роль в проверке и хранении каждой транзакции.

2. Высокая стоимость реализации. Блокчейн дороже по сравнению с традиционной базой данных. Кроме того, предприятиям необходимо надлежащее планирование и выполнение, чтобы интегрировать блокчейн в свой процесс.

3. Модификация данных. Технология блокчейн не позволяет легко модифицировать данные после записи и требует перезаписи кодов во всех блоках, что отнимает много времени и средств. Недостатком этой функции

является то, что трудно исправить ошибку или внести необходимые корректировки.

Заключение.

Таким образом использование блокчейна для улучшения рабочего процесса, безопасности и обмена данными уже стало обычным явлением для многих компаний из разных сфер деятельности. В дальнейшем мы увидим больше изменений, вызванных блокчейном. Организации должны проявить должную осмотрительность и провести глубокий анализ, чтобы увидеть, соответствует ли технология блокчейна их потребностям, а затем соответствующим образом спланировать разработку или переход. Революции рождаются из больших, смелых идей, которые часто кажутся слишком фантастическими, чтобы быть достижимыми.

### Список литературы

1. Баулин, А. Блокчейн в эфире / А. Баулин // Форбс / Forbes. 2017. № 11. С. 126–127.
2. Кочергин, Д. А. Место и роль виртуальных валют в современной платежной системе / Д. А. Кочергин // Вестник СПбУ. Экономика. 2017. № 1. С. 119–140.
3. Пази, М. Что может блокчейн? Как новый рецепт доверия меняет мир / М. Пази // Русский репортер. 2017. № 10/11. С. 46–49.

**УДК 62-503.56**

### **МОДЕРНИЗАЦИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ МПЦ**

Е.А Орищук, А.А. Ездина

*Курганский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения» в г.Кургане*

**Аннотация.** Модернизация железнодорожных станция по технологии МПЦ в современном мире поможет для развития железных дорог. Благодаря этому улучшится проходимость, безопасность, удешевится строительство железных дорог, уменьшится зависимость работы от человека. Для этого необходимо модернизировать существующие железнодорожные станции и в дальнейшем совершать постройку новых по технологии МПЦ, что поможет для увеличения дохода.

**Ключевые слова:** микропроцессорная централизация (МПЦ), автоматизация, унификация, модернизация, аппаратно-программный комплекс.

### **MODERNIZATION OF RAILWAY STATIONS USING THE MPC TECHNOLOGY**

Е.А. Orishchuk, А.А. Ezdina

*Kurgan Institute of Railway Transport branch of the federal state budgetary educational institution of higher education  
"Ural State University of Communications" in the city of Kurgan*

**Annotation.** The modernization of railway stations using the MPC technology in the modern world will help for the development of railways. Thanks to this, cross- country ability, safety will improve, the construction of railways will become cheaper, and the dependence of work on humans will decrease. To do this, it is necessary to modernize the existing railway stations and in the future to build new ones using the MPC technology, which will help to increase income.

**Keywords:** microprocessor centralization (MPC), automation, unification, hardware and software complex.

При возрастании производства перед руководителями встаёт вопрос о перевозе готовых товаров и получении сырья для их изготовления. В таких случаях зачастую используют железные дороги, но на данный момент этот процесс занимает достаточно большое количество времени, что приводит к накоплению готовой продукции и сырья на складах. Благодаря технологии микропроцессорной централизации (МПЦ) это можно исправить. Вас скорее всего заинтересует вопрос, какие появятся преимущества у железнодорожных инфраструктур при переводе на МПЦ?

1. Сокращение времени погрузки и выгрузки;
2. Автоматизация даёт возможность уменьшить человеческий фактор, что положительно скажется на безопасности и кадровом составе предприятия;
3. Помогают раскрыть 100% потенциал железнодорожных объектов;
4. Высокий уровень интеграции. Это позволяет объединить подсистемы железнодорожной автоматики в единый аппаратно-программный комплекс, уменьшая количество устройств;
5. Совместность, которая позволяет производить обмен данными между внедренными на предприятиях современными системами без какого-либо специального оборудования. При этом информация о процессе перевозок передаётся онлайн руководителям верхнего звена, где они могут наблюдать нахождение подвижного состава, почему идёт «простой» и каким образом реагируют сотрудники, что позволяет анализировать и планировать транспортную логистику предприятия;
6. Модульный принцип построения (унификация). Под этим понимается установка оборудования в специальных унифицированных шкафах, что позволяет собрать систему МПЦ в режиме «Конструктор». Для этого достаточно знать количество объектов автоматизации, чтобы рассчитать нужное количество шкафов, которые будут соединены цифровыми каналами;
7. Применение унифицированных шкафов позволят избавить организацию от закупки уникального оборудования и деталей для него;
8. Применение шкафов также создаёт ещё один плюс- уменьшается количества места для оборудования;
9. Этапное установление системе, что позволяет даже при минимальном бюджете модернизировать объект;
10. Для модернизации железнодорожных станций не требуется строительство помещений для оборудования, можно использовать подсобные помещения существующих постов, что позволяет иметь общую картину



технического состояния устройств. При диагностике можно быстро найти неисправность, что уменьшает время «застоя»;

11. Этапное установление системы, что позволяет даже при минимальном бюджете модернизировать объект;

12. Помогает быстрее и эффективнее работать с удаленными объектами (светофоры, стрелки и т.д.);

13. В рельсовом типе строительства при поломке одного из объектов может выйти из строя вся система, что исключается при строительстве по технологии МПЦ;

14. При строительстве не нужно прокладывать большое количество кабеля, что удешевляет и упрощает работу, так как при распределённом построении систем достаточно проложить оптический канал связи между управляющим шкафом и удалённым районом, установить специализированный шкаф на минимальном расстоянии от нужных объектов, например, светофора [1].

Технология МПЦ была создана компанией «1520 Сигнал». По ней были модернизированы 430 железнодорожных станций из них 225 из России.

По данной технологии были созданы:

А) Рельсовые цепи:

1. RAIL TRACK 300 (рельсовые цепи тональной частоты);

2. RAIL TRACK 400 (цифровой модуль контроля рельсовых цепей);

3. RAIL TRACK 500 (цифровой модуль контроля рельсовых цепей с автоматическим регулированием уровнем сигналом);

В) Стрелочные переводы:

1. RAIL SWITCH 100 (консольный стрелочный электропривод для магистральных линий и транспорта);

2. RAIL SWITCH 200 (консольный стрелочный электропривод для скоростных магистральных линий);

3. RAIL SWITCH 300 (стрелочный электропривод неврезного типа в шпальном исполнении);

С) Питающая установка:

1. RAIL POWER 500 (модульная совмещенная питающая установка МСПУ для метрополитена);

2. RAIL POWER 600 (питающая установка ПУШП на шине постоянного тока);

Д) Диспетчерская централизация:

1. RAIL CONTROL 400 (диспетчерская централизация ДЦ и решение для удалённого управления станции);

Е) Переезды:

1. RAIL CROSS 300 (микропроцессорная автоматическая переездная сигнализация);

Ф) Система АРМ:

1. RAIL CONTROL 200 (система автоматизированных рабочих мест ДСП, ШН, МУ, ПТО, ДНЦ);

Г) Центральный процессор МПЦ:

1. ЦП СИСТЕМА МПЦ (входит в систему RAIL LOCK 500);

Н) Система объектных контроллеров МПЦ:

1. СИСТЕМА ОК МПЦ (входит в систему RAIL LOCK 500);

П) Система счета осей:

1. RAIL TRACK 700 (микропроцессорная система счёта осей);

Ж) Релейный объектный котроллер:

1. КОНТРОЛЛЕР RUVIO (входит в систему RAIL LOCK 200);

К) Защита от импульсных перенапряжений:

1. RAIL LIGHT 500 (система защиты от импульсных перенапряжений).

Данная продукция уже внедрена на железнодорожные станции участка Курган – Шадринск [2]. На примере одной из таких станций мы можем увидеть изменения (рис. 1 и рис. 2).





Рис.1 – Оборудование железнодорожной станции до модернизации по технологии микропроцессорной централизации





Рис. 2 – Оборудование на железнодорожной станции после модернизации по технологии микропроцессорной централизации

По итогу хочется сказать, что сочетание цифровых преимуществ МПЦ обеспечивает возможность эффективной модернизации, не только устройств сигнализации, централизации и блокировки, но и логистики предприятия в целом, закладывая функции на перспективу развития, что гарантирует защиту ранее вложенных и будущих инвестиций.

### Список литературы

1. Микропроцессорная централизация — решение для магистральных железных дорог, городского рельсового и промышленного транспорта. – URL: <https://1520signal.ru/metro/mpc/> (дата обращения 18.10.2022). - Текст : электронный.
2. Микропроцессорная централизация – доступный инструмент модернизации – URL: <https://dprom.online/unsolution/central-microprocessor/> (дата обращения 18.10.2022). - Текст : электронный.

УДК. 621.01/03

## ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЧВЕ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПЛУГА

С.Н. Орловский<sup>1</sup>, А.И. Карнаухов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнёва»

**Аннотация.** Рассмотрено движение почвообрабатывающего орудия в среде как источника волнообразования. Почва по своей структуре есть анизотропная среда, имеющая сложный состав. При её деформации включённые в неё объёмы воды и воздуха создают продольные волны.

Целью данной работы является разработка методики определения значений сил и их реакций, действующие в почве при работе плуга без учета сил резания.

Практическая значимость - создание алгоритма расчётов величин и направлений сил, воздействующих на отвал плуга при движении по нему почвенного пласта позволяет определить характер резания почвы плужным рабочим органом и деформации в ней, установить расчётным путём относительные скорости движения пласта по отвальной поверхности. Знание сил воздействия разрабатываемой среды на лемешноотвальную поверхность плужных рабочих органов позволяет повысить точность расчётов плугов, что позволит снизить их массу и повысить производительность.

**Ключевые слова:** почва, волновые процессы, упругость, энергия, пластичность, деформация.

## WAVE PROCESSES IN SOIL DURING PLOW MOVEMENT

S.N. Orlovsky<sup>1</sup>, A.I. Karnaukhov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Krasnoyarsk State Agrarian University

<sup>2</sup>Siberian State Aerospace University named after Academician M.F. Reshetnev"

**Annotation.** The movement of a soil-cultivating tool in the medium as a source of wave formation is considered. The soil in its structure is an anisotropic medium with a complex composition. When it is deformed, the volumes of water and air included in it create longitudinal waves.

The purpose of this work is to develop a methodology for determining the values of forces and their reactions acting in the soil during the operation of the plow without taking into account the cutting forces.

Practical significance - the creation of an algorithm for calculating the magnitudes and directions of the forces acting on the plow blade when the soil layer moves along it allows you to determine the nature of cutting the soil by the plow working body and deformation in it, to establish by calculation the relative speeds of the layer movement along the moldboard surface. Knowing the forces of influence of the developed environment on the plow surface of the plow working bodies makes it possible to increase the accuracy of plow calculations, which will reduce their weight and increase productivity.

**Key words:** soil, wave processes, elasticity, energy, plasticity, deformation.

### Введение

Почва анизотропная среда. Она имеет сложный состав, включающий в себя органические и минеральные составляющие, воздух и воду. Вода и воздух в почве могут находиться в закрытом и относительно открытом объёме, создавая этим упругость объёма. При деформации объёма воздуха и воды создаются продольные волны. Минералы проводят продольные и поперечные

волны. Так, что в почве можно ожидать прохождения продольных и поперечных волн. Будут происходить процессы релаксации – сжатия определённых участков почвы впереди источника волн и ослабления напряжённого состояния [1]. Панов И.М. определил значение суммы упругой и вязкой составляющей почвы и взяв частную производную по деформации, получил скорость деформации, возникающей от взаимодействия почвы с потенциальной энергией [2]. Время релаксации  $T$  прямо пропорционально коэффициенту вязкости  $\eta_b$  почвы и обратно пропорционально  $E$  – модулю упругости  $T = \eta_b / E$ . Время релаксации уменьшается с увеличением упругости почвы и увеличивается с увеличением вязкости. То есть, время релаксации одной и той же почвы зависит от влажности и связи между частицами, но продольные и поперечные волны в среде передают не только потенциальную энергию, но и кинетическую.

#### Объекты и методы исследования

Энергия волны характеризуется её объёмной плотностью [3]. Объёмная плотность энергии волнового процесса равна сумме объёмных плотностей кинетической и потенциальной энергий выражается зависимостью -

$$W = S \rho (v_1^2 + v^2 \varepsilon^2), \quad (1)$$

где  $\rho$  – объёмный вес почвы кг/м<sup>3</sup>;

$v_1$  – скорость колебания частиц почвы в м/с;

$v$  – фазовая скорость волны в среде в м/с;

$\varepsilon$  - относительная объёмная деформация почвы.

Энергия пахотного агрегата  $E$  равна сумме кинетической энергии поступательно движущихся масс плуга и трактора, а также вращательного движения шатунно-кривошипного механизма двигателя и всей трансмиссии трактора.

$$E = mv_a^2 / 2 + J\omega^2 / 2$$

где  $m$  - приведенная масса агрегата в кг;

$v_a$  – скорость движения почвообрабатывающего агрегата в м/с;

$E$  – кинетическая энергия агрегата в дж;

$\omega$  - угловая скорость вращения коленчатого вала в 1/с;

$J$  – момент инерции массы агрегата в кг/м<sup>2</sup>.

Эта энергия затрачивается на деформацию почвы и рассеивание в среде волновым процессом, далее затрачивается на трение между частицами и переходит в тепло [4, 5].

Объёмная плотность энергии агрегата равна

$$W_a = (mv_a^2 / 2 + J\omega^2 / 2) / \Omega, \quad (2)$$

где  $\Omega$  - объём агрегата в м<sup>3</sup>.

Приравняем первое и второе уравнение получим:

$$S \rho (v_1^2 + v^2 \varepsilon^2) = (mv_a^2 / 2 + J\omega^2 / 2) / \Omega$$

Из этого выражения найдем фазовую - скорость распространения волны в почве.

$$V = \sqrt{\frac{V_a^2 m + J\omega^2}{\Omega \rho \varepsilon^2}} - \frac{V_1}{\varepsilon}$$

Из этого уравнения видно, что чем пластичней почва, тем меньше в ней скорость распространения волн. Скорость движения волны прямо пропорционально зависит от скорости движения агрегата и момента инерции его. Фазовая скорость движения волны уменьшается с ростом скорости колебания частиц в почве. При движении агрегата по направлению движения волны, должен наблюдаться эффект Доплера. При котором частота колебания волны должна увеличиваться. И при скорости движения агрегата равной фазовой скорости будет наложение новой волны на старую. То есть максимально возрастёт сопротивление среды [6 - 8].

По данным ВИМА с ростом скорости движения от 1.1 до 2.19 м/с сопротивление увеличивается на 12%.

#### Результаты и их обсуждение

Был проведён эксперимент Вишняковым В.И. на почвенном канале института ВИСХОМ. В почву по направлению движения плуга устанавливали стеклянные трубки с внутренним диаметром 1.5 мм. На одном конце были одеты резиновые груши объёмом 1 см<sup>3</sup>. Трубки с грушами заполненные подкрашенным спиртом устанавливали в три ряда по направлению движения. В первом ряду замеряли величину деформации левой крайней части пласта, второй ряд центральной и 3 ряд правая часть пласта. Судили о величине объёмной деформации почвы по изменению высоты столба жидкости в трубках. На графике (рисунок 1) даны высоты жидкости в трубках в процентах относительно первоначально установленного уровня. Зависимости высоты каждого ряда жидкости как показано на графике примерно совпадали. Из графика видно, что при движении в почве плужного корпуса, впереди него образуется движущаяся волна деформации почвы с протеканием очевидно процесса релаксации. Образуются уплотненные зоны и зоны первоначального состояния почвы [9 - 12].

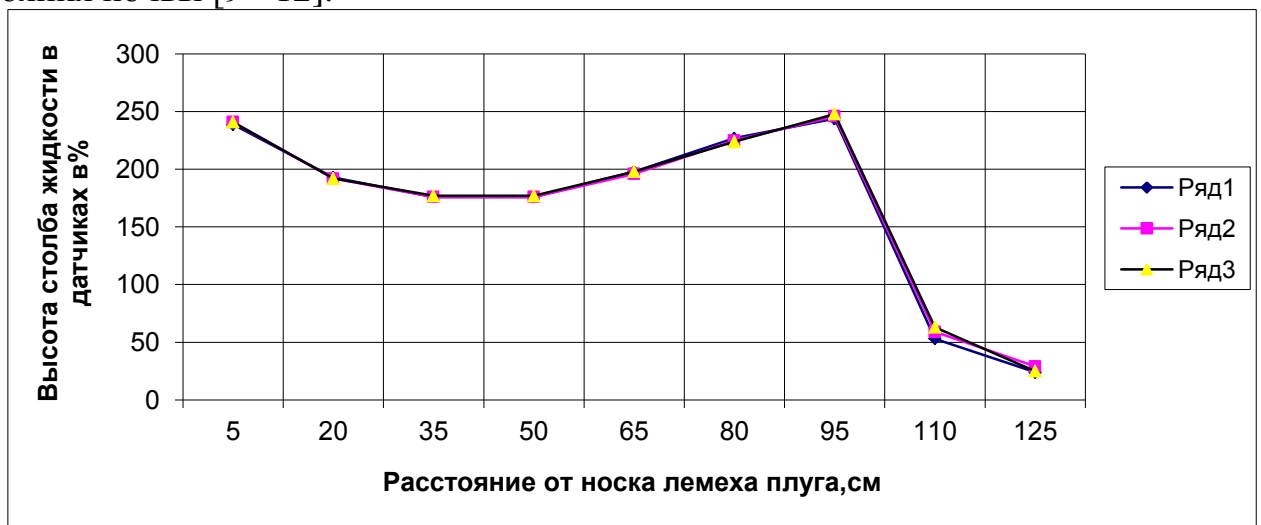


Рис. 1- Движущаяся волна деформации почвы впереди плужного корпуса

## Выводы

Движущийся плуг в почве является постоянным источником возбуждения волн впереди себя. При увеличении скорости движения агрегат может иметь скорость, равную скорости распространения волн и, следовательно, возможно интерференция волн. Скорость распространения волны - это постоянная характеристика каждого типа почв, зависящая от упругих её свойств и объёмной плотности. Мы существующими орудиями не избавимся от отрицательного воздействия волновых свойств почвы. Напрашивается вывод, что нужно создавать новые принципиально орудия для обработки почвы.

## Список литературы

1. Вишняков, В.И. Исследование процесса воздействия плуга на почвах с включением корней листовенницы / В.И. Вишняков //Лиственница и комплексная переработка. Межвуз. сбор. науч. тр. Красноярск: КПИ, 1985.
2. Ксенович, И.П. Машиностроение. Энциклопедия/ Сельскохозяйственные машины и оборудование Т.IV -16/ и др. // И.П Ксенович. 1998.- 720 с., ил.
3. Корниенко, П. П. Механизация обработки почвы под лесные культуры / П. П. Корниенко, Ю. М. Сериков. В. Ф., Зинин, В. И Казаков. М.: Агропромиздат, 1987. 247 с.
4. Коршун, В. Н. Метод анализа технологических машин для лесного хозяйства/ В.Н. Коршун, А.И. Карнаухова, И.В. Кухар. // Системы. Методы. Технологии. Братск: БрГУ, 2016. № 2 (30). С. 163–169.
5. Кураев, В. Н. Изменение свойств почвы при различных способах подготовки к лесным культурам/ В. Н. Кураев, В. А. Шестакова // Лесоведение. 1970. № 1. С. 75–82.
6. Полканов, И.П. Теория и расчёт машинно-тракторных агрегатов / И.П. Полканов. М.: Машиностроение, 1964. – 255с., ил.
7. Орловский С. Н. Проектирование машин и оборудования для садово – паркового и ландшафтного строительства / С.Н. Орловский. Красноярск: СибГТУ, 2004. 108 с.
8. Шумаков, В. С. Современные способы подготовки почвы под лесные культуры/ В. С. Шумаков, В. Н. Кураев. М: Лесн. пром-сть, 1973. 160 с.
9. Орловский, С.Н. Методика оптимизации геометрических параметров и режимов резания фрезерных рабочих органов / С.Н. Орловский, С.В. Комиссаров, А.И. Карнаухова// Аграрная наука на рубеже веков. Материалы региональной НПК (30 ноября 2005 г.) Часть 1. Красноярск. КрасГАУ, 2006. С. 296 – 298.
10. Орловский, С. Н. Методика планирования экспериментальных исследований при испытаниях тракторных агрегатов/ С.Н. Орловский, А.И. Карнаухова // Аграрная наука на рубеже веков. Тезисы докл. Всеросс. Н.П.К. Красноярск. КрасГАУ, 2004. С. 168 - 170.
11. Орловский, С. Н. Обоснование оптимальных параметров и рабочих режимов тракторных мелиоративных агрегатов / С.Н. Орловский //



Ресурсосберегающие технологии механизации сельского хозяйства. Приложение к «Вестнику КрасГАУ» Сб. научн. трудов. Красноярск. КрасГАУ, 2003. С. 128 – 139.

12. Орловский, С. Н. Нейросетевая оптимизация динамических параметров тракторных агрегатов / С.Н. Орловский, Т. Ф. Басканова, Ю. П. Ланкин // Нейрокомпьютеры и их применение. VIII Всероссийская конференция с международным участием «НКП-2002». М.: ИПУ РАН, 2002.- ISBN 5-201-14935-9

**УДК 634.0.236/5**

**ТАКСАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЕРЕВЬЕВ —  
ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТА ТРУДА ПРИ РУБКАХ УХОДА**

С.Н. Орловский

*ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»*

**Аннотация.** Анализируются таксационные показатели деревьев (высота, диаметр, коэффициенты формы), влияющие на расположение центра тяжести ствола с кроной и имеющие важное значение при обосновании и расчете. конструкций и машин для рубок в молодняках.

Для молодняков сосны южной части Средней 'Сибири приведены средние значения таксационных показателей и корреляционные связи между центром тяжести и некоторыми из этих показателей (высотой и диаметром на высоте груди). Учитывается ряд характеристик как насаждений, так и отдельных деревьев, а также характер их размещения на площадях леса.

**Ключевые слова:** таксация, выборочные рубки, насаждения, густота

**TAXATION INDICATORS OF TREES - CHARACTERISTICS OF THE  
SUBJECT OF LABOR IN CLEANINGWAVE**

S.N. Orlovsky

*Krasnoyarsk State Agrarian University*

**Annotation.** The taxation indicators of trees (height, diameter, shape coefficients) are analyzed, which affect the location of the center of gravity of the trunk with a crown and are important in justification and calculation. structures and machines for felling in young forests.

For young pine stands in the southern part of Central Siberia, the average values of taxation indicators and correlations between the center of gravity and some of these indicators (height and diameter at chest height) are given. A number of characteristics of both plantations and individual trees are taken into account, as well as the nature of their placement on the forest areas.

**Keywords:** inventory, selective felling, plantations, density

**Введение**

В последние годы во все возрастающих объемах выполняются рубки ухода в молодняках, что требует более широкого внедрения механизмов. Разработка рациональных механизмов и технологических схем рубок ухода невозможна без всестороннего изучения предмета труда. В связи с этим возникает необходимость выяснения ряда специфических характеристик как насаждения, так и отдельных деревьев. Непосредственное влияние на построение технологических схем оказывают густота насаждения, а также характер

размещения куртин и деревьев различных категорий качества по площади [1, 13, 15]. Наряду с изучением этих показателей основное внимание должно уделяться вырубаемой части древостоя [2, 11, 14 - 16].

#### Объекты и методы исследования

При выборочной рубке деревьев машина взаимодействует с отдельно взятым деревом, надземная часть которого является предметом труда. Поэтому при выборе параметров рабочего органа машины для ухода за насаждениями изучение веса, координат центра тяжести, размеров формы ствола и кроны, характера строения кроны и др. приобретает важное значение. С целью установления меры влияния основных частей дерева на его характеристику как физического тела целесообразно рассматривать отдельно ствол и крону.

Ствол дерева характеризуется высотой и диаметрами на разных высотах, исходя из которых вычисляются сбег, коэффициенты формы  $q$ , видовое число  $f$  и объём ствола. Важное значение среди таксационных показателей имеют коэффициенты формы  $g_2 = d^{1/2}: d_{1,3}$  и  $q^{1/0} = d^{1/2}: d_0$ , где  $d_0$ ,  $d_{1,3}$  и  $d^{1/2}$  - диаметры ствола у пня, на высоте груди и на половине высоты. Для характеристики в работе анализируется площадь поверхности кроны, вычисленная по формуле эллипсоида:  $S = 5,71hr$ , где  $h$  - протяженность кроны,  $r$  - радиус проекции кроны [3]. Этот показатель тесно связан с объемом, весом и другими характеристиками кроны.

#### Результаты и их обсуждение

Исследования на территории Мининского опытно-механизированного лесхоза Красноярского края и Сузунского леспромхоза Новосибирской области в одновозрастных молодняках с преобладанием сосны. Пробные площади в Мининском лесхозе заложены на участке со слегка всхолмленным рельефом и свежей супесчаной почвой в сосняке разнотравно-осочковом II класса возраста (25 лет) III бонитета. Сомкнутость крон 0,7 - 0,9. В Сузунском леспромхозе исследовались сосняки зеленомошно-разнотравные II класса возраста (30 лет), II бонитета, расположенные на песчаных почвах и типично борových леоорастительных условиях. Сомкнутость крон 0,7 - 0,9.

Выбор, закладку и обработку пробных площадей выполняли по общепринятым методическим указаниям [4, 5, 13, 17, 18]. На пробных площадях подбирали модельные деревья по каждой из трех категорий качества [6, 13], у которых замеряли высоты, диаметры у пня, на высоте груди, на половине высоты и через каждый метр по стволу (в коре и без коры), а также проекции и протяженность крон. Кроме того, у каждой модели определяли расположение центра тяжести. Для этого свежесрубленное дерево с кроной уравнивалось на лезвии тонкой металлической перекладки, а расстояние от комля до центра тяжести измерялось с точностью до 1 см. Полевые материалы обрабатывались методами математической статистики [7].

Полученные данные (табл. 1) показывают, что деревья по категориям качества на всех пробных площадях значительно различаются как по высоте и диаметру ствола, так и по площади поверхности кроны (коэффициент существенности различия  $t > 3$ ). Например, высота деревьев III категории

качества в 1,7 - 4,1, диаметр на высоте груди в 2,2 - 10,1, а площадь поверхности кроны в 2,7 - 11,0 раз меньше, чем у деревьев I категории. Вес деревьев II - III категорий качества не превышает 18 - 20 кг. Коэффициент формы ствола как в коре, так и без коры у деревьев III категории качества в большинстве случаев выше, чем у деревьев II и I категорий. Стволы деревьев I категории, по В. К. Захарову [6], среднесбежистые.

Судя по коэффициенту  $q^1/o$ , стволы деревьев в коре по форме близки к конусу, а без коры - к параболоиду. Исходя из этого, можно предположить, что центр тяжести надземной части дерева должен находиться в пределах 1/3 высоты от комля и деревья II и III категорий должны обладать относительно более высоко расположенным центром тяжести, чем деревья I категории. Расположение центра тяжести на 1/3 высоты у спелых деревьев отмечали Л. В. Коротяев, И. С. Цыбулько, а у более молодых В. А. Вожак, В. Ф. Кушляев [8, 12, 9, 10]. Это подтверждается нашими экспериментальными данными. Они показывают, что относительное расположение центра тяжести надземной части дерева более или менее стабильно, варьируя в пределах от 35,3 до 44,6 % высоты от комля (рис. 1). Изменчивость признака лежит в умеренных пределах, коэффициент изменчивости (С) редко превышает 15 %. Относительно более высоко расположенный центр тяжести у деревьев II и III категорий подтверждает более высокую полндревесность их стволов. Об этом же говорит обратная умеренная или значительная зависимость между центром тяжести, выраженным в процентах высоты и высотой деревьев [19, 20].

Таблица 1

Таксационные показатели деревьев различных категорий в сосновых молодняках

Лесхоз, ЛПХ Номер пробной площади	Категория деревьев	Высота, м	Диаметр на высоте груди, мм		
			в коре	без коры	
1	2	3	4	5	
Мининский лесхоз	I	8,1±0,7	63,2 + 5,7	55,5±5,1	
	II	5,0±0,2	34,9±1,6	31,3±1,6	
	III	3,3±0,2	18,7 + 0,8	15,5±0,7	
	III	I	7,8±0,6	62,1±4,3	54,8±3,6
		II	5,5 + 0,2	43,6±2,9	33,6±2,1
		III	3,8±0,3	23,1±2,5	21,0±2,1
Сузунский ЛПХ	I	10,0±0,4	92,4±3,5	82,6±3,9	
	II	6,9 + 0,7	47,2±3,6	38,1±3,0	
	III	6,0 + 0,6	30,5±2,7	28,0±2,7	
	I	10,8±0,3	75,5 + 4,3	69,9±5,2	
II	10,5±0,3	66,4±3,4	56,7 + 2,3		

IV	III	6,2+0,4	33,3±2,8	23,6±2,3
	I	10,4+0,5	123,1+2,8	100,3 + 2,7
	II	5,5±0,3	41,0±3,8	35,1 ±3,2
	III	2,5±0,3	12,2+1,8	10,0 ±1,5

Продолжение таблицы 1

Коэффициент формы ствола				Площадь поверхности кроны, м <sup>2</sup>	Расположение центра тяжести, % высоты от комля
q <sub>2</sub>		Q <sub>1/0</sub>			
в коре	без коры	в коре	без коры		
1	2	3	4	5	6
0,66	0,60	0,50	0,50	15,9+1,7	36,8±1,4
0,77	0,76	0,51	0,59	10,7+0,8	39,9±1,0
0,83	0,86	0,52	0,58	3,9±0,5	41,6±1,0
0,68	0,71	0,51	0,60	12,1 + 1,8	39,9±0,7
0,78	0,78	0,57	0,66	7,0 + 0,5	38,5±1,3
0,84	0,82	0,51	0,60	4,5 + 0,4	40,7+1,3
0,72	0,77	0,56	0,66	15,6+0,6	40,2±1,3
0,76	0,80	0,55	0,65	7,6+1,3	38,2±2,6
0,75	0,75	0,50	0,61	4,1+0,5	35,3±4,1
0,72	0,78	0,56	0,71	11,3+1,1	36,0+0,9
0,68	0,77	0,56	0,70	5,0±0,4	36,7 + 1,0
0,71	0,74	0,51	0,62	2,8±0,4	36,0±3,1
0,68	0,77	0,58	0,69	13,1 ± 1,6	38,0±0,6
0,75	0,75	0,49	0,68	5,1 + 1,0	44,3+4,0
0,88	0,73	0,45	0,62	1,2±0,2	44,6+3,6

Между центром тяжести надземной части дерева, высотой и диаметром ствола на высоте груди наблюдается тесная или очень тесная корреляционная зависимость, ограничивающая относительное местоположение центра тяжести. Названные зависимости приведены в табл. 2.

Наиболее удобной для пользования является зависимость центра тяжести от диаметра на высоте груди. При рассмотрении ствола дерева необходимо учитывать неоднородность плотности его древесины: последняя понижается от комля к вершине. Влажность древесины в вершинной части дерева на 12 - 50% больше, чем у комля. К тому же существенное влияние на машину при

взаимодействии с деревом при выборочной вырубке оказывают размеры и плотность кроны. Однако мы не имеем показателя, который точно характеризовал бы крону и был удобным в пользовании. Видимо, он должен быть весовым, а не объемным. Для уточнения количественной характеристики кроны деревьев исследования в этом направлении необходимо продолжить.

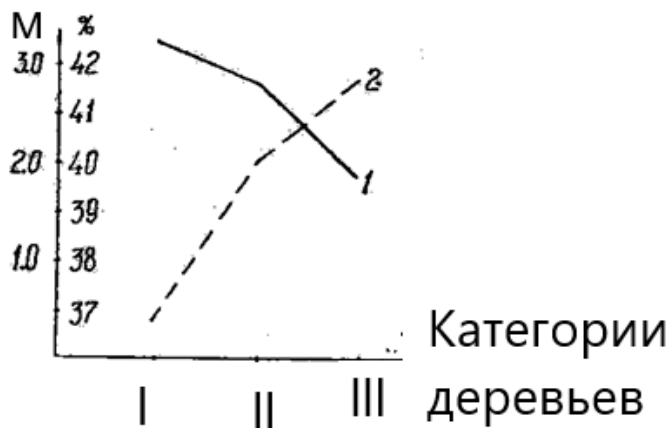


Рис. 1. Расположение центра тяжести у деревьев разных категорий качества (от комля): 1 - абсолютного; 2 - относительного.

Таблица 2

Корреляционные связи между положением центра тяжести и таксационными показателями деревьев

Лесхоз, ЛПХ	Пробная площадь	Зависимость положения центра тяжести (м от комля)					
		от высоты дерева			от диаметра $d_{1,3}$		
		r	$m_r$	t	r	$m_r$	t
Мининский лесхоз	II, III	+ 0,952	0,012	7,95	+0,824	0,071	11,60
Сузунский ЛПХ	I	+ 0,920	0,028	30,61	+ 0,904	0,038	23,80
»	II	+ 0,884	0,040	22,10	+ 0,850	0,074	11,48
»	IV	+0,940	0,024	47,00	—	—	—

#### Заключение

1. При проведении рубок ухода в сосновых молодняках II класса возраста в южной части Средней Сибири вырубается часть древостоя имеет следующую характеристику:

а) высота - до 7 м;

б) центр тяжести расположен на расстоянии 35 - 44% высоты дерева, не превышая 4 м от поверхности земли (табл. 1).

2. Расположение центра тяжести дерева определяется таксационными показателями, характеризующими его ствол как геометрическое тело (высота, диаметры).

3. Деревья II—III категорий по сравнению с деревьями I категории более полнодревесны и имеют более высоко расположенный относительный центр тяжести.

4. Исходя из характеристики предмета труда для проведения рубок ухода в сосновых молодняках южной части Средней Сибири целесообразно применение легкого мотоинструмента.

### Список литературы

1. Гаас, А. А. Особенности строения сосновых молодняков, влияющих на рубки ухода / А. А. Гаас, Н. П. Ефимов. Изв. СО АН СССР, серия биологическая, 1970, вып. 15, № 3

2. Абеле, Д. К. Таксационная характеристика деревьев, вырубаемых в осветлениях и прочистках Латвийской ССР / Д.К. Абеле // Информатор ЛатНИИЛХПа (обзоры о текущих исследованиях института). Рига, 1971.

3. Изюмский, П. П. О методе рубок ухода за лесом/ П.П. Изюмский // «Лесное хозяйство», 1968. № 1.

4. Георгиевский, Н. П. Методика опытных работ по рубкам ухода за лесом / Н.П. Георгиевский // Тр. ЛатНИИЛХПа, 1953, вып. V.

5. Побединский, А. В. Изучение лесовосстановительных процессов / А.В. Побединский. Красноярское книжное издательство, 1962.

6. Захаров, В. К. Лесная таксация/ В.К. Захаров. М., «Лесная промышленность», 1967.

7. Дворецкий, М. Л. Практическое пособие по вариационной статистике / М. Л. Дворецкий. Йошкар-Ола, 1961.

8. Коротяев, Л. В. О положении центра тяжести стволов и хлыстов, заготавливаемых в лесах Европейского Севера СССР / Л.В. Коротяев // «Лесной журнал», 1959, № 2.

9. Вожак, В. Л. Обоснование технологии и разработка машины для прочисток с заготовкой маломерной древесины. Автореферат канд. диссертации, Рига, 1965.

10. Кушляев, В. Ф. Моделирование дерева как механической системы / В.Ф. Кушляев // «Лесная промышленность», 1970, № 1.

11. Основные положения по рубкам ухода в лесах СССР 1970 – URL:<https://base.garant.ru/72212642/> (дата обращения: 25.10.2022). - Текст : электронный

12. Цыбулько, И. С. Центр тяжести дерева основных пород Европейского Севера СССР / И. С. Цыбулько // «Лесной журнал», 1969, № 5.

13. Загреев, В.В. Общесоюзные нормативы для таксации лесов / В.В. Загреев, В.И. Сухих, А.З. Швиденко, Н.Н. Гусев, А.Г. Мошкалев. М.: Колос, 1992. 495 с

14. ОСТ 56-69–83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. М.: ЦБНТИлесхоз, 1984. 60 с
15. Третьяков, С.В. Лесотаксационные нормативы для определения объема стволов ольхи серой *Alnus incana* L. по разрядам высот / С.В. Третьяков, С.В. Коптев, А.П. Богданов, А.С. Ильинцев, С.А. Демиденко, А.В. Тимофеева // Сиб. лесн. журн. 2017. № 3. С. 81–86.
16. Abrahamson L.P., Volk T.A., Kopp R.F., Ballard J.L. Willow Biomass Producer's Handbook. Syracuse, USA, State University of New-York, 2002. 31 p.
17. Greenbook 2002. Sustaining People, Land and Communities. St. Paul, MN, Minnesota Department of Agriculture, 2002. 75 p.
18. Rydén L., Migula P., Andersson M. Environmental Science: Understanding, Protecting and Managing the Environment in the Baltic Sea Region. Uppsala, The Baltic University Press, 2003. 824 p.
19. Weih M., Dimitriou I. Environmental Impacts of Short Rotation Coppice (SRC) Grown for Biomass on Agricultural. BioEnergy Research, 2012, vol. 5, iss. 3, pp. 535–536. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12155-012-9230-2>
20. Why Willow? Materials of the Site of the Renewable Energy Growers Ltd. Available at: <http://www.energycrop.co.uk/pages/willow.html> (accessed 20.05.20).

**УДК 621.31**

### **МИНИ-ТЭЦ, РАБОТАЮЩАЯ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ**

Г.В. Плеханов, А.А. Шишин, Е.А. Белых, И.Ю. Рогожин, Т.В. Шипуля  
*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский  
государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** В статье представлена концепция создания недорогих сезонных аккумуляторов тепла с энергетическими ресурсами, достаточными для обеспечения бесперебойной работы заявленной мини-ТЭЦ при самых неблагоприятных погодных условиях, она заключается в использовании земельных участков с естественным грунтом в качестве теплоносителя

**Ключевые слова:** энергия, преобразователь, тепло, мини-ТЭЦ, аккумулятор

### **MINI-CHP PLANT POWERED BY RENEWABLE ENERGY SOURCES**

G.V. Plekhanov, A.A. Shishin, E.A. Belykh, I.Yu. Rogozhin, T.V. Shipulya  
*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the Altai State Technical University named after  
I.I. Polzunov*

**Annotation.** The article presents the concept of creating inexpensive seasonal heat accumulators with energy resources sufficient to ensure the uninterrupted operation of the declared mini-CHP under the most adverse weather conditions, it consists in using land plots with natural soil as heat carrier

**Keywords:** energy, converter, heat, mini-CHP, battery

**Цель этой статьи** – разработать схему ТЭЦ, работающей на возобновляемых источниках энергии.

### **Задачи:**

1. Выявить актуальность внедрение ВИЭ на ТЭЦ;
2. Разработать структурную схему ТЭЦ, обосновать принцип работы;
3. Проанализировать итоги внедрения новых технологий.

**Объектом** исследования является внедрение ВИЭ в системы тепло- и электроснабжения.

**Предмет** исследования – возможность работы ТЭЦ на возобновляемых источниках энергии.

Изобретение относится к конструкциям в области теплоэнергетики и может быть использовано в системах автономного комплексного электроснабжения населенных пунктов, промышленных предприятий и других объектов от возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Мини-ТЭЦ, работающая на возобновляемых источниках энергии, оснащена однотипными или гибридными первичными преобразовательными установками с энергоресурсом на выходе в виде нагретого и сжатого воздуха, сезонными наземными аэродинамическими нагревателями - накопителями тепловой энергии, а также мощными вторичными тепломеханическими преобразователями с системой использование тепловых выбросов и без подключения к паровой электростанции. Первичные преобразователи возобновляемой энергии в тепловую энергию (например, солнечные коллекторы) и (или) в энергию сжатого воздуха (ветровые и гидравлические установки с воздуходувками) позволяют использовать простейшие по конструкции и энергоемкие аккумуляторы тепла с прямым теплообменом или с аэродинамическим преобразованием энергии (как в известных аэродинамических сушильные камеры). Наземные аэродинамические нагреватели - накопители тепловой энергии обеспечивают длительную, вплоть до сезонных интервалов времени, при недостаточном запасе природной энергии, и бесперебойную работу мини-ТЭЦ [1]. В то же время затраты на сооружение таких аккумуляторов тепла минимальны, они практически не нуждаются в обслуживании, а первичные преобразователи могут быть размещены на занимаемой ими территории. Мощные термомеханические преобразователи без парового звена обеспечивают работу мини-ТЭЦ в более широком диапазоне рабочих температур с максимальным выбором теплового ресурса, а это позволяет уменьшить габариты батареи и потери тепла. Изобретение позволяет решать проблемы энергоснабжения многих объектов, энергосбережения и охраны окружающей среды.

Изобретение относится к области теплоэнергетики и может быть использовано в системах автономного комплексного электроснабжения населенных пунктов, промышленных предприятий и других объектов от возобновляемых источников энергии.

Известны мини-ТЭЦ (малые тепловые электростанции) - тепловые электростанции, служащие для совместного производства электрической и тепловой энергии в агрегатах единичной мощностью до 25 МВт, которые в настоящее время широко используются в зарубежной и отечественной



теплоэнергетике. Среди них наиболее распространенными являются установки с паровыми турбинами против давления, конденсационными турбинами с отбором пара, газотурбинными установками с утилизацией тепловой энергии водой или паром, газопоршневыми, газодизельными и дизельными установками с утилизацией тепловой энергии различных систем этих установок.

Строительство мини-ТЭЦ в непосредственной близости от потребителя имеет ряд важных преимуществ по сравнению с традиционными мощными тепловыми электростанциями. Однако все эти электростанции работают на обычном топливе, что обуславливает высокую стоимость производимых энергоресурсов, наносит вред окружающей среде.

С увеличением темпов развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ) из-за их изменчивости перевод на них относительно мощных электростанций в основном связан с двумя проблемами: отсутствием разработанных моделей недорогих энергоемких (сезонных) тепловых аккумуляторов (ТА) и мощных термомеханических преобразователей (ТМП) - приводы для электрогенераторов, предназначенные для использования более низких температур рабочей жидкости, чем в традиционных паровых двигателях [2, 3].

В известном, например, ТП солнечной установки мощностью 10 МВт в Барстоу (США) резервуар для хранения выполнен в виде цилиндрического сосуда объемом 3058 м<sup>3</sup>, среда для хранения изготовлена из гранитного щебня в количестве 6100 тонн, а масло в качестве теплоносителя используется объем 712 м<sup>3</sup>. Емкость аккумулятора заполняется горячим паром при температуре 510 °С, который затем охлаждается до 348 °С, конденсат покидает систему при температуре 226 °С. В режиме нагнетания питательная вода с температурой 127°С поступает в нагнетательный теплообменник, где образуется слегка перегретый пар, имеющий температуру 277°С и давление 2,7 МПа, который направляется в турбину [4]. Описанный ТА, из-за его ограниченного энергопотребления, все еще не может работать в сезонном режиме автономной работы, и его стоимость очень высока.

Известны аккумуляторы солнечной энергии, резервуар в которых представляет собой полость в горных породах, содержащую до 100 тыс. м<sup>3</sup> воды, имеющую кольцевую форму и не теплоизолированную. Слои породы, прилегающие к полости, принимают участие в накоплении тепловой энергии.

Ограничивающим фактором в широком освоении таких ТП является их высокая стоимость, а также ограниченное распространение подходящих для них геологических формаций.

Концепция создания недорогих сезонных аккумуляторов тепла с энергетическими ресурсами, достаточными для обеспечения бесперебойной работы заявленной мини-ТЭЦ при самых неблагоприятных погодных условиях, заключается в использовании земельных участков с естественным грунтом в качестве теплоносителя.

Зарядка и разрядка наземной батареи осуществляется через кольцевые концентрические коллекторы, расположенные под теплоизоляционным покрытием ТА. По контуру аккумулятора укладывается слой термической гидроизоляции на глубину грунта до водостойких (скальных) пород, что также предотвращает потери тепла в окружающую среду. Во время зарядки эта максимальная температура в нем сосредоточена в верхних слоях его центральной области, а нижняя - на периферии. Во время разряда поток охлаждающей жидкости проходит от периферии к центру батареи через все ее нагретые участки.

Что касается способов использования накопленного тепла, то акцент делается в основном на ТМП без паровых энергетических установок, что упрощает конструкцию мини-ТЭЦ, повышает безопасность ее эксплуатации и расширяет температурный диапазон используемого ТА, тем самым продлевая время его использования в режиме разгрузки.

И, наконец, в выборе первичных преобразователей возобновляемой энергии ориентиром стали недорогие солнечные воздухонагреватели, а также ветряные и гидротурбины с воздуходувками, работающие в автономном режиме и с оптимальным использованием энергии потока, вместо обычных электрогенераторов.

Задачей при поиске новых технических решений было создание достаточно мощной когенераторной электростанции, работающей на возобновляемых источниках энергии, для автономного и бесперебойного комплексного электроснабжения жилых, промышленных и других объектов.

### **Разработка ТЭЦ на ВИЭ**

Задача решается тем, что мини-ТЭЦ, работающая на возобновляемой энергии, содержащая первичные преобразователи природной энергии, тепловые аккумуляторы и преобразователи тепловой энергии в электрическую энергию с системой утилизации тепловых разрядов, имеет, согласно изобретению, однотипные или гибридные первичные преобразовательные установки с энергетическим ресурсом на выходе в виде нагретого и сжатого воздуха, сезонными наземными аэродинамическими накопителями тепловой энергии, а также мощными вторичными тепломеханическими преобразователями без парового звена.

Первичные преобразователи возобновляемой энергии в тепловую энергию (например, солнечные коллекторы) и (или) в энергию сжатого воздуха (ветровые и гидравлические установки с воздуходувками) позволяют использовать простейшие по конструкции и энергоемкие аккумуляторы тепла с прямым теплообменом или с аэродинамическим преобразованием энергии (как в сушильных камерах). В то же время подаваемый в них воздух может иметь любую температуру в расчетном диапазоне и циркулировать по замкнутому контуру.

Наземные аэродинамические накопительные нагреватели обеспечивают длительную, вплоть до сезонных интервалов времени, подачу недостаточной природной энергии и бесперебойную работу мини-ТЭЦ. В то же время затраты

на строительство таких ТА минимальны, они практически не нуждаются в обслуживании, а занимаемая ими территория может быть использована для размещения первичных преобразователей.

И, наконец, мощные термомеханические преобразователи без парового звена обеспечат возможность использования мини-ТЭЦ в более широком диапазоне рабочих температур с максимальным выбором теплового ресурса, а это позволит уменьшить габариты батареи и потери тепла.

Фрагмент структурной схемы, заявляемой мини-ТЭЦ представлен на рисунке 1.

Мини-ТЭЦ, работающая на возобновляемых источниках энергии, включает в себя первичные преобразователи природной энергии. Это могут быть солнечные коллекторы - воздухонагреватели с принудительной циркуляцией теплоносителя, а также ветровые или гидравлические установки с преобразователями энергии ветра или водного потока в энергию сжатого воздуха.

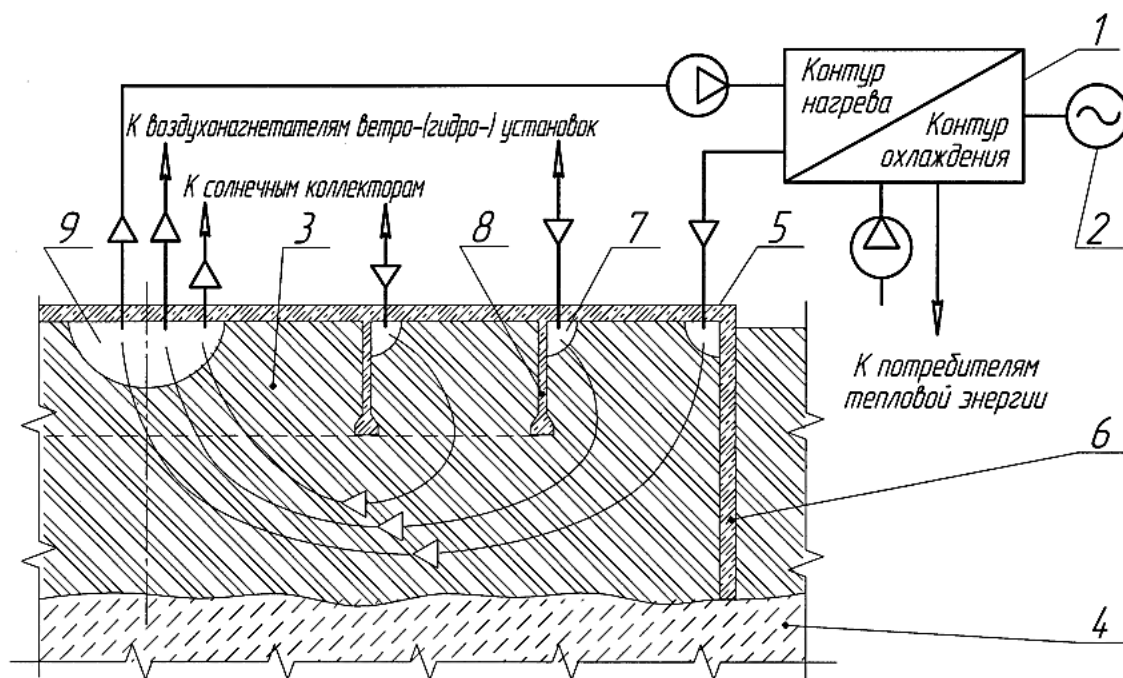


Рис. 1 – Мини-ТЭЦ, работающая на возобновляемых источниках энергии

Преобразователями вторичной энергии мини-ТЭЦ являются агрегаты, состоящие из термомеханического привода (ТМП) 1 и электрогенератора (ЭГ) 2. ТМП 1 имеет термочувствительные элементы с контуром нагрева и контуром охлаждения, последний подключен к потребителям отработанного тепла напрямую или через теплообменник по замкнутому или разомкнутому контуру с принудительной циркуляцией охлаждающей жидкости.

Все преобразователи энергии подключены к наземному аккумулятору тепла (ТА), основными особенностями которого являются продуваемость, термостойкость и экологичность верхнего достаточно мощного теплоаккумулирующего слоя 3, наличие водостойкого (скального) подстилающего слоя 4 и искусственных тепло-гидроизоляционных оболочек:

верхней кровли 5 и граничная стена 6 по всему ее контуру и вплоть до водостойкого горизонта. Под верхней крышей 5 расположены кольцевые каналы - коллекторы 7, между ними расположены экраны 8 для лучшего распределения потока теплоносителя, а также (в качестве промежуточных оснований) нагрузок от теплоизоляционной кровли 5. Центральный коллектор 9 выполнен в виде просторной полости.

Желательно начать описание работы всей системы мини-ТЭЦ с описания свойств теплового аккумулятора. При этом необходимо учитывать достаточно высокую эффективность преобразования энергии сжатого воздуха в тепловую энергию в нем. Параметры среды, участвующей в этом процессе (давление и расход воздуха, гидродинамическое сопротивление грунта), определяются при проектировании. Сложнее рассчитать потери тепла через "подшву" ТА. Это требует более детального анализа.

Тепло, уходящее в недра земли, считается потерянным. Основное тепло сосредоточено в верхней (изолированной) части теплового аккумулятора. И это очень быстро уменьшается. Следовательно, основная часть накопленного за летний период тепла может быть откачана зимой путем прямой подачи потребителю или с помощью теплового насоса.

В то же время необходимо учитывать следующие обстоятельства: потери тепла через нижележащие горизонты будут значительными в первые годы эксплуатации ТА, затем - через 2-3 года по мере прогрева этих горизонтов - потери резко уменьшатся и, в зависимости от теплопроводности горных пород, составят до не более чем 30% от первоначального резерва за полгода.

Помимо этого, в течение самого начального периода зарядки много тепла будет потрачено на сушку его теплоаккумулирующей массы, но поскольку температура в нем не будет опускаться ниже +50°C при постоянной работе мини-ТЭЦ (даже на периферии), образование конденсата в высушенном грунте невозможен, поэтому теплотери в будущем останутся в указанных пределах.

Таким образом, при взаимонезависимой работе первичных преобразователей возобновляемой энергии все они создают запас тепла в наземной среде. Отбор тепла автоматически регулируется в зависимости от общей нагрузки на вторичный преобразователь мини-ТЭЦ. Отопительный контур ТМП 1 замкнут, т.е. в нем все тепло, не использованное для нагрева ТПЭ, возвращается в ТА (при этом часть этого тепла может быть отведена теплообменником для нужд потребителей. Потерями в каналах можно пренебречь). И вся тепловая энергия, не преобразованная в механическую энергию, необходимую для вращения ЕГ 2, полученная от ТСЕ в их зоне охлаждения, расходуется на предварительный нагрев следующего нагретого ТСЕ и сброс его в систему отопления. Сам по себе этот контур не имеет прямой связи с ТА. Дефицит тепловой энергии для ее потребителей может быть восполнен по отдельным каналам из ТА и (или) из теплообменника (не показан на схеме) в обратном канале отопительного контура. Этот канал входит в его кольцевой коллектор 7, расположенный под кровлей 5 у самой граничной стенки 6. Далее теплоноситель, нагретый при прохождении через горячий

грунт, снова подается, но уже из коллектора 9, в ТМП 1. При этом энергия, затрачиваемая нагнетателем на прокачку теплоносителя, как и в контурах первичных преобразователей, идет в основном на нагрев грунта ТА. Следует отметить, что уже нагретый теплоноситель подается в первичные преобразователи из его коллекторов. Когда он возвращается в ТА, он нагревает слой почвы 3 во всем его объеме, что обеспечивается более равномерным распределением воздушного потока в почве с помощью экранов 8.

Таким образом, хорошо оборудованный ТА обеспечит надежную работу мини-ТЭЦ с минимальными эксплуатационными расходами.

Широкое развитие заявленного энергетического комплекса позволит решить не только проблемы энергоснабжения многих объектов, но и энергосбережения, занятости населения и охраны окружающей среды.

### **Итоги внедрения**

Мини-ТЭЦ, работающая на возобновляемых источниках энергии, содержащая первичный преобразователь природной энергии, тепловой аккумулятор и преобразователь тепловой энергии в электрическую энергию с системой утилизации тепловых выбросов, характеризуется тем, что она имеет однотипную или гибридную установку первичного преобразования с источником энергии на выход в виде нагретого и сжатого воздуха, сезонный аэродинамический нагреватель почвы - накопитель тепловой энергии, а также мощный вторичный тепломеханический генератор-преобразователь привода без парового звена.

### **Список литературы**

1. Мини-ТЭЦ как надежное средство решения проблемы энергообеспечения. - URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/mini-tets-kak-nadezhnoe-sredstvo-resheniya-problemy-energoobespecheniya/> (дата обращения: 01.11.2022). – Текст: электронный.
2. Пепель, О.С. Исследования и разработка систем энергоснабжения с использованием возобновляемых источников энергии / О.С. Пепель. М.: Изд-во Объединенного института высоких температур РАН. 2007. - 326 с.
3. Агеев, В.А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учеб. Пособие для ВУЗОВ / В.А. Агеев. М.: МЭИ, 2006. - 325 с.
4. Концепция строительства собственной ТЭЦ - URL: <http://пауэркооператив.цитронмедиа.рф/page/30/> (дата обращения: 01.11.2022). – Текст: электронный.
5. Мини-ТЭЦ, работающая на возобновляемых источниках энергии - URL: <https://findpatent.ru/patent/264/2643877.html/> (дата обращения: 01.11.2022). – Текст: электронный.

УДК 621.43

## АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО НАДДУВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИЛОВОГО АГРЕГАТА ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА

А.С. Саночкин, А.Е. Свистула, М.Э. Брякотин  
*Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова*

**Аннотация.** В данной статье рассмотрено повышение эффективности силовых агрегатов дизель-генераторов посредством совершенствования системы газообмена с применением системы газодинамического наддува, дана краткая характеристика газодинамического наддува и приведен приблизительный расчет ориентировочной длины индивидуального настроенного трубопровода двигателя 6ЧН13/14, применяемого в качестве силовой установки стационарного дизель-генератора.

**Ключевые слова:** система впуска дизеля, газодинамический наддув, дизель-генератор, длина впускного трубопровода, настроенный трубопровод, газообмен.

## ANALYSIS OF THE USE OF GAS DYNAMIC BOOST TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF THE DIESEL GENERATOR POWER UNIT

A.S. Sanochkin, A.E. Svistula, M.E. Braykotin  
*Polzunov Altai State Technical University*

**Annotation.** This article discusses the increase in the efficiency of diesel generator power units by improving the gas exchange system using a gas dynamic boost system, gives a brief description of the gas dynamic boost and provides an approximate calculation of the approximate length of the individual tuned 6CHN13/14 engine pipeline used as a stationary diesel generator power plant.

**Keywords:** diesel intake system, gas dynamic boost, diesel generator, length of intake pipeline, tuned pipeline, gas exchange.

Силовым агрегатом дизель-генератора является двигатель внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия (дизельный двигатель). Совершенствование систем и рабочего процесса дизельного двигателя позволяет повысить эффективность выработки электроэнергии дизель-генератором. Улучшаются показатели номинальной мощности либо расхода топлива. Также возможно улучшение обоих этих показателей.

Система газообмена двигателя внутреннего сгорания (ДВС) является одной из важнейших систем. Задачи системы газообмена ДВС – снабжение цилиндров двигателя свежим зарядом и последующее удаление отработавших газов.

Совершенствование системы газообмена позволяет достичь следующих задач: повышение наполнения цилиндров свежим зарядом, улучшение очистки цилиндров от отработавших газов, снижение механических потерь насосных ходов.

Использование системы газотурбинного наддува - один из самых распространенных способов повысить показатели наполнения цилиндров

свежим зарядом. Данная система весьма эффективна, но имеет ряд недостатков, такие как инерционность системы при переходных режимах, повышение сложности конструкции двигателя и прочее.

Газодинамический наддув – это способ повышения наполнения цилиндров двигателя свежим зарядом или снижения удельного расхода топлива посредством волновых явлений, возникающих во впускном коллекторе. Данная система может использоваться как совместно с газотурбинным наддувом, так и отдельно. Исследования [1] показывают, что система газодинамического наддува не оказывает негативного влияния на работу турбокомпрессора. Также возможно незначительное увеличение запаса по помпажу. Использование газодинамического наддува одновременно с газотурбинным наддувом называют комбинированным наддувом.

Волновые явления во впускном коллекторе возникают в результате периодичности расхода воздуха цилиндрами, определенной порядком их работы, а также вследствие переменности объемного расхода в сечениях впускных клапанов в момент такта впуска. В момент закрытия впускного клапана происходит повышение давления перед клапаном, далее волна повышенного давления начинает перемещаться в обратном направлении. При этом между областью повышенного давления и клапаном создается зона пониженного давления. Когда область повышенного давления достигает емкости (ресивера) или открытого конца впускной трубы происходит обратное движение воздуха в зону пониженного давления с последующим повышением давления перед клапаном. В результате такая смена областей давления и разрежения происходит множество раз пока колебания не затухают.

Для получения эффекта газодинамического наддува необходимо подобрать определенную длину и диаметр трубопроводов впускного коллектора таким образом, чтобы возвращающаяся волна давления приходила в тот момент, когда впускной клапан открыт. Наиболее оптимальным моментом прихода волны повышенного давления к клапану является момент дозарядки. Дозарядка это конструктивно заданное запаздывание закрытия впускного клапана после прохождения поршнем нижней мертвой точки (момент закрытия клапана слегка накладывается на ход поршня, соответствующий такту сжатия). Подобранные по длине и диаметру трубопроводы принято называть настроенными трубопроводами.

Существуют две основные конструктивные схемы газодинамического наддува [1].

Первая схема – с объединенными трубопроводами (рис. 1). Такая схема состоит из трубопроводов, объединяющих несколько цилиндров двигателя воедино (например, в случае рядного шестицилиндрового двигателя используется две группы объединяющих трубопроводов). Далее каждый объединяющий трубопровод соединяется со своим настроенным трубопроводом, который, в свою очередь, соединяется с емкостью (ресивером).

Использование системы газодинамического наддува с объединенными трубопроводами предпочтительно при равномерном чередовании тактов впуска

в цилиндрах двигателя, при котором волны разрежения в каждой группе объединенных цилиндров не следуют друг за другом, что позволяет исключить наложение волн разрежения в отдельно взятом настроенном трубопроводе.

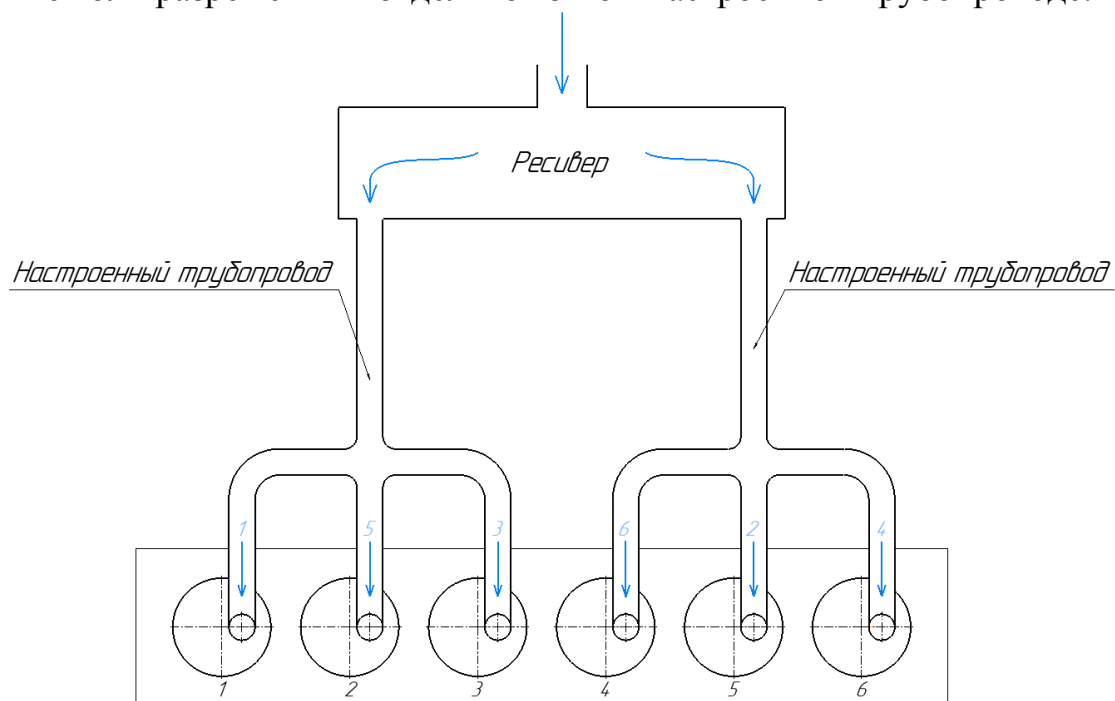


Рис. 1 – Схема газодинамического наддува с объединенными трубопроводами

Вторая схема – схема с индивидуальными трубопроводами (рис. 2). В данной схеме к каждому цилиндру подходит индивидуальный настроенный трубопровод, который соединяется с общей емкостью. Данная схема, в отличие от схемы с объединенными трубопроводами, является более универсальной, так как при применении данной системы чередование тактов впуска в двигателе не влияет на ее эффективность.

Для успешного применения газодинамического наддува необходимо первоначально выполнить приблизительный расчет ориентировочной длины настроенного трубопровода. После получения значения длины трубопровода желательно провести моделирование в программной среде, позволяющей учитывать колебания давления во впускном коллекторе. Далее следует провести испытания для получения реальных показателей двигателя изначально с применением серийной впускной системы, а затем с применением настроенной впускной системы. Наиболее предпочтительно во время испытаний помимо стандартных данных для построения характеристики (скоростной, нагрузочной и др.) получить данные об изменении давления во впускном коллекторе. Это поможет получить наиболее полную картину влияния длины трубопроводов на показатели двигателя.



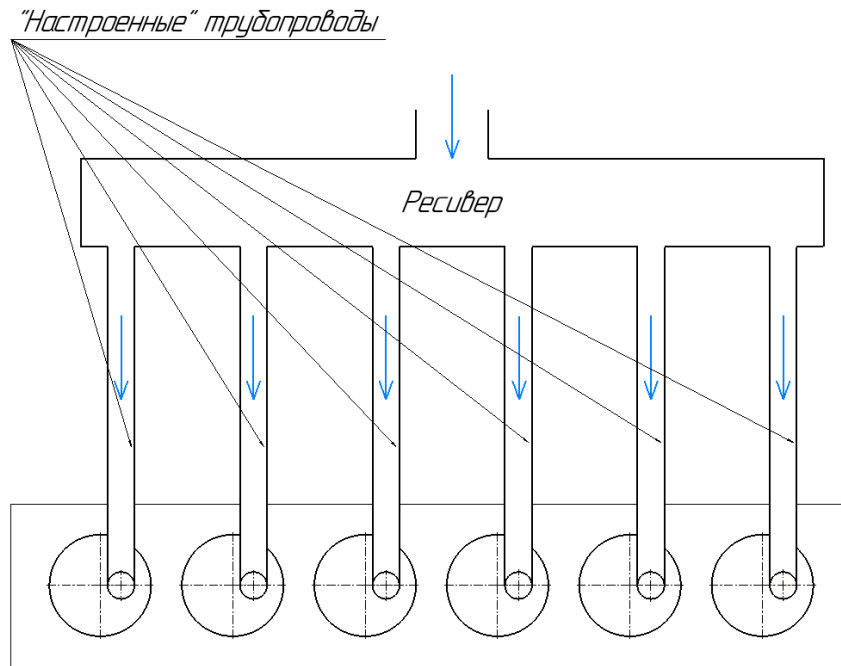


Рис. 2 – Схема газодинамического наддува с индивидуальными трубопроводами

Ю.А. Гришиным была предложена формула для приблизительного расчета длины индивидуального настроенного трубопровода для повышения коэффициента наполнения [2]:

$$L_{\eta_{v \max}} = \frac{a}{2n \sqrt{\left(\frac{720(z+0,25)}{540-0,5\Delta\varphi_3}\right)^2 + \left(0,22\left(\frac{D}{d}\right)^2\right)^2}}$$

где,  $a$  – скорость звука,  $n$  – частота вращения двигателя,  $z$  – максимум волны, на который производится настройка ( $z = 2$ ;  $z = 3$  для настройки на максимальное наполнение),  $\Delta\varphi_3$  – продолжительность открытия впускного клапана за цикл (в °п.к.в.),  $D$  – диаметр цилиндра,  $d$  – диаметр впускного трубопровода.

Также Ю.А. Гришиным была предложена формула для приблизительного расчета длины индивидуального настроенного трубопровода для настройки на снижение удельного расхода топлива:

$$L_{g_{e \min}} = \frac{a}{2n \sqrt{\left(\frac{720 \cdot 2,75}{540-0,5\Delta\varphi_3}\right)^2 + \left(0,22\left(\frac{D}{d}\right)^2\right)^2}};$$

Был произведен расчет настроенных трубопроводов дизеля 6ЧН13/14.

Исходные данные:

$n = 25 \text{ с}^{-1}$ ,  $D = 0,13 \text{ м}$ ,  $d = 0,056 \text{ м}$ ,  $\Delta\varphi_3 = 250 \text{ °п.к.в.}$ ,  $z = 2$ .

Настройка трубопровода на частоту вращения двигателя, равную  $25 \text{ с}^{-1}$  ( $1500 \text{ мин}^{-1}$ ) обусловлена тем, что данный двигатель в интересующем нас конструктивном исполнении применяется, как силовая установка автономного источника электроэнергии (стационарный дизель-генератор).

В результате длина трубопровода, настроенного на максимальный коэффициент наполнения составила  $L_{\eta_{vmax}} = 1,62$  м. Длина трубопровода, настроенного на снижение удельного расхода топлива составила  $L_{gemin} = 1,34$  м.

Учитывая тот факт, что Ю.А. Гришиным скорее рассматривается длина трубопровода непосредственно до впускного клапана, для определения длины трубопровода необходимо учесть длину впускного канала  $L_K$ , находящегося в головке блока цилиндров, равную, приблизительно, 0,125 м. В таком случае, для вычисления непосредственно длин трубопроводов  $L_{T \eta_{vmax}}$  и  $L_{T gemin}$  необходимо из полученных ранее значений  $L_{\eta_{vmax}}$  и  $L_{gemin}$  вычесть длину впускного канала  $L_K$ .

$$L_{T \eta_{vmax}} = L_{\eta_{vmax}} - L_K;$$

$$L_{T gemin} = L_{gemin} - L_K;$$

В результате расчетов были получены следующие значения:

$$L_{T \eta_{vmax}} = 1,495 \text{ м}, L_{T gemin} = 1,215 \text{ м}.$$

На основании полученных значений можно сделать вывод, что применение индивидуальных трубопроводов для двигателя 6ЧН13/14 при скоростном режиме  $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$  сопровождается некоторыми сложностями, а именно довольно большой длиной трубопроводов, что ведет к увеличению габаритных размеров двигателя. Учитывая равномерное чередование тактов впуска рядного шестицилиндрового двигателя, целесообразнее применить систему с объединенными трубопроводами. Тем не менее, дальнейшее исследование применения данных трубопроводов на двигателе 6ЧН13/14 можно считать целесообразным ввиду возможной компоновки трубопроводов, заключающейся в обвивании ими общей емкости (ресивера) либо других технических решений, направленных на уменьшение габаритов настроенного впускного коллектора [3]. Кроме того, использование системы газодинамического наддува на двигателе с постоянным скоростным режимом обладает следующим преимуществом: использование настроенных трубопроводов не оказывает влияния на другие скоростные режимы ввиду их отсутствия. Влияние газодинамического наддува на некоторые скоростные режимы, отличные от того, на который настроены трубопроводы, в некоторых случаях, могут вызывать некоторые ухудшения показателей двигателя вследствие подхода волны разрежения, а не повышенного давления в момент, когда впускной клапан открыт. Также для верификации расчета необходимо подтверждение полученных значений. Для этого необходимо произвести моделирование рабочего процесса в программной среде и провести испытания двигателя с применением настроенной впускной системы. На основании полученных характеристик станет возможным оценка эффективности применения системы газодинамического наддува с данными параметрами на двигателе 6ЧН13/14.

### Список литературы

1. Брякотин, М. Э. Повышение технико-экономических показателей двигателя постоянной мощности с газотурбинным наддувом путем настройки

впускной системы : дис. ... канд. техн. наук : 05.04.02 / Брякотин Максим Эдуардович ; Алт. гос. техн. ун-т им И.И. Ползунова, 1996. – 168 с.

2. Гришин, Ю.А. Газодинамическое совершенствование проточной части двигателя внутреннего сгорания : дис. ... д-ра. техн. наук : 05.04.02 / Гришин Юрий Аркадьевич ; Московский гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана, 2000. – 435 с.

3. Крайнюк, А. И. Регулируемые системы газораспределения ДВС: монография / А. И. Крайнюк, А. И. Патрахальцев. Луганск : Изд. ВНУ им. В. Даля, 2006. – 232 с. – ISBN 966-590-586-4

**УДК 621**

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ СЕТЕЙ ФИЛИАЛА ПАО «РОССЕТИ СИБИРЬ» - «АЛТАЙЭНЕРГО»**

А.Н. Татарникова

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** Система бережливого производства ориентирована на сокращение потерь производственных процессов и создание условий, которые способствуют реализации потенциала предприятия для повышения конкурентоспособности.

**Ключевые слова:** качество электроснабжения, резервы снижения потерь, системы учета, внезапные отключения.

**IMPROVING THE QUALITY OF ELECTRICITY SUPPLY BY THE EXAMPLE OF THE NETWORKS OF THE BRANCH OF PJSC ROSSETI SIBERIA - ALTAYENERGO**

A.N. Tatarnikova

*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the Altai State Technical University named after I.I. Polzunov*

**Annotation.** The lean production system is focused on reducing the losses of production processes and creating conditions that contribute to the realization of the potential of the enterprise to increase competitiveness.

**Keywords:** power supply quality, loss reduction reserves, accounting systems, sudden outages.

Современное состояние СЭС районов с малой плотностью нагрузок характеризуется их старением и значительным снижением технико-экономических показателей, так как такие сети строились 30...40 лет назад со стремлением к минимуму капитальных вложений, поэтому, часто в распределительных сетях не выдержаны расчетные требования по климатическим условиям - по ветру и гололеду. Применяются провода с алюминиевыми жилами малых сечений - 25...35 мм<sup>2</sup>, что противоречит концепции реконструкции и технического перевооружения СЭС районов.

Качество работы распределительных систем имеет прямое влияние на технологический процесс потребителя, в связи с этим основной задачей электроснабжения потребителя можно обозначить так: обеспечение

потребителя электрической энергии бесперебойно в нужном объеме и нужного качества. Понятие «качество электроснабжения» подразумевает в себе комплексную характеристику, а именно показатели надежности электроснабжения, энергоэффективность и качество электрической энергии. Таким образом, если говорить об уровне качества электроснабжения, то необходимо учитывать все составляющие: надежность и качество электроэнергии.

Контрольные замеры электрической нагрузки проводятся только на головном участке два раза в год - зимой и летом. В результате возникает неопределенность информации об электрических нагрузках на участках и в целом, что не позволяет достаточно точно проводить расчеты потерь электроэнергии и оценивать мероприятия по их снижению.

Проблемы повышения эффективности функционирования, разработка мероприятий по снижению потерь (МСП) электроэнергии и увеличение пропускной способности распределительных сетей районов с малой плотностью нагрузок становятся очень острыми.

В ПАО «Россети–Сибирь» разработан стандарт, с целью привлечения новых идей от сотрудников организации и не только, по снижению потерь, повышению эффективности и надежности сетей энергоснабжения. Автоматизация и цифровизация уже более 10 лет успешно внедряется и применяется в учете электроэнергии. Автоматизация энергоснабжения ведёт за собой создание новых высокопроизводительных и высокооплачиваемых рабочих мест, сокращение рабочих мест с наличием вредных факторов для здоровья рабочих, улучшение условий труда, увеличение производительности труда.

В условиях малого использования в России возобновляемых источников энергии, жизненно необходимо снизить трату энергии в пустую, потери.

Резервами для снижения потерь могут быть:

- Установка системы учета, позволяющей дистанционно учитывать расходы электрической энергии.
- Реконструкция сетей энергоснабжения с уровня 0,4кВ до уровня 10кВ, с применением сухих силовых трансформаторов.

Разумеется, в идеальном состоянии потери электроэнергии в сетях должны полностью отсутствовать, однако всегда существуют невосполнимые технические потери (из-за физических процессов передачи электроэнергии, её трансформации и распределения), определяемые расчётом с некоторой погрешностью [1].

В год простой электрооборудования не должен превышать 72 часа, зачастую данный показатель не выполняется по многим причинам и приносит неудобства потребителям, но основной вред наносят компании, выраженной в потерях денежных средств, связанных с недоотпуском электроэнергии путем: 1 отключения, 2 утечки, 3 хищения.

Отключения- делятся на плановые и внеплановые, плановые связаны с запланированными за ранее ремонтными работами, согласовываются с потребителями. Внеплановые отключения, делятся на несколько видов:

- Стихийные, не зависят от человека, связаны с природными явлениями (ветра, обледенение).

- Выход из строя оборудования, вследствие старости, брака, износа.

- Человеческий фактор, связан с обслуживанием оборудования и допущением ошибок (не затянуты, или плохо протянуты контакты, соединения).

- Проникновение к токоведущим частям животных, птиц. В случае с животными защита более эффективна, закрыты токоведущие части КТП, с птицами ситуация сложнее, от перекрытия птицами при взлете или приземлении проводов ВЛ, происходит короткое замыкание.

Утечки связаны с устареванием оборудования, разрушением изоляции, разрушением опор, когда из опоры выпадает крюк и провод касается опоры. Заросшие кустарником и деревьями ЛЭП, особенно в сложно проходимых местах.

Непрерывный рост нагрузок электрических сетей, связанный с естественным ростом нагрузок потребителей и отставанием темпов прироста пропускной способности сети от темпов прироста потребления электроэнергии, а также старение оборудования подстанций и линий электропередачи приводит к росту интенсивности отказов.

Были проанализированы данные из программы КИСУ ТОРО на базе SAP ERP в "Россети- Сибири", в которой фиксируются все внезапные (аварийные) отключения в РЭС, а также данные из оперативного журнала и журнала учета аварийных отключений. Кроме того, в данной программе КИСУ ТОРО на базе SAP ERP при фиксации аварийных отключений указывается наименование отключенного оборудования, дата, время начала неисправности, причина неисправности, поврежденные элементы, продолжительность простоя, дата и время окончания неисправности и восстановления оборудования, а также сведения обо всех отключенных потребителях.

Анализ производили по каждому году в отдельности, определяли отключаемое оборудование, его диспетчерское наименование, общую и среднюю продолжительность внезапных отключений, основные причины, повлекшие отключение оборудования.

Анализ внезапных отключений показал, что самым ненадежным элементом СЭС является сеть 0,4кВ из-за возможности хищения электроэнергии, а также части отключений, связанных с схлестом проводов по вине птиц, человека, погодных условий. Как следует из анализа и видно за период с 2019 по 2021годы повреждения на КТП 10/04кВ 250 кВА составляют более половины всех внезапных отключений.

Хищения электроэнергии- наиболее распространенный фактор потерь. В отдаленных населенных пунктах, контроль за учетом электроэнергии вести сложнее, мешает расстояние. По графику работы у потребителя должны

проверять учет 1 раз в квартал. Всё остальное время пользование безнадзорно. Это не говорит о том, что все стремятся заниматься хищением, но есть отдельные категории граждан как физических, так и юридических лиц, склонных к пополнению собственного бюджета за чужой счёт. Методов хищений много, от вмешательства в работу прибора учета до наброса на ЛЭП.

На рисунке 1 представлена структура потерь электроэнергии в воздушной линии. Можно сделать вывод, что наибольшая часть относится хищениям и составляет 80% от общего числа потерь. На втором месте это – 5% потери холостого хода.

Установка систем АИСКУЭ позволит исключить данные факторы работы, довести уровень информации о формировании ПО до 99%. Исключить риски травм персонала, связанных с работой с населением, возможно, какая-то часть будет сокращена, но скорее всего из-за нехватки персонала в целом, переобучена и направлена на работу в другие службы и подразделения.

Для снижения количества отключений ВЛ и исключения возможности хищения электроэнергии предлагается перевести линию напряжением 0,4 кВ на 10 кВ.

Данная мера принята для исключения снижения напряжения. У потребителя, находящегося в конце линии, падение напряжения составляет 20% от номинального, в результате замеров, что влияет на качество электроснабжения.



Рис. 1 - Структура потерь в линии

К выбору системы учета подходим тщательно, рассматривая возможности каждой. Автоматизация системы учета в ПАО «Россети-Сибирь» идет полным ходом. В Рубцовском РЭС на 2022 г. Для учета электроэнергии у бытовых и юридических лиц, установлено 3525 прибора учета, разных производителей. На данный момент используются системы типа «Матрица» второго и седьмого поколения, система «Рим», система «Мир», система «Энергомера» первого, второго и третьего поколения. На сегодняшний день можно сделать выводы о работоспособности систем, устойчивость передачи данных, надежности к

перегрузкам, перепадам напряжения, климатическим условиям, выхода из строя в грозовой сезон.

«Матрица» седьмого поколения так же, как и «Энергомера» первого поколения показала высокую надежность работы, устойчивую передачу данных, но также снята с производства из-за отсутствия возможности опломбирования.

В конце 2021 года установили систему с обновленным интерфейсом условия сбора и передачи данных. Концерн «Энергомера» учел пожелания эксплуатирующих организаций и ввёл совершенно отличный от личный от всех пред идущих систем, сбор данных. На всех вышеперечисленных системах требовалась установка шкафа с оборудования для сбора данных на низковольтном щите КТП, что затруднительно в плане монтажа, а также в обслуживании самой КТП. Громоздкий, тяжелый щит с кучей защитных устройств нужно каким-то образом закрепить к корпусу КТП, естественно данная задача выполнена, но и обслуживать такие шкафы проблематично, высота расположения и допуск к выполнению работ.

По этой причине рассматриваем установку системы концерна «Энергомера» тип «Loga Wan». Отличительная черта данной системы отсутствие громоздких шкафов для сбора данных. Устройство сбора данных можно установить на любой самой высокой точке, например, опоре или здании и иной конструкции, желательно в центральной части населенного пункта, чтобы было равноудаленное расстояние до всех приборов учета. Подводим питание к устройству считывания данных, и система работает. Мгновенный обмен информацией, возможность считывать и программировать все устройства в зоне покрытия, дистанционное управления размыкателями. Так же концерн «Энергомера», разработал и разрабатывает датчики и устройства защиты силовых трансформаторов, на данный момент высокая стоимость, но в ближайшем будущем будет внедряться для надежной работы оборудования [2 - 4].

Одним из направлений повышения эффективности деятельности РЭСа является внедрение инструмента бережливого производства – снижение материальных и физических затрат на обслуживание и ремонт действующих сетей энергоснабжения, а также снижения рисков травматизма от электрического тока. Ориентировочно данные мероприятия сокращают расходы предприятия [5].

С целью снижения потерь производственного процесса от некачественного ремонта и обслуживания внедрить технологические карты, направленную на совершенствование качества трудовых ресурсов, и провести обучение электромонтеров по распределительным сетям и электромонтеров по эксплуатации электросчетчиков, мастеров участков, требующих высокую квалификацию специалистов. При этом обучение можно проводить без отрыва от производства. Данное мероприятие направлено на повышение качества выполняемых ремонтных работ и обслуживание сетей, а также внедрения

нового оборудования, увеличение производительности труда и снижения рисков травматизма.

Отклонения качества электрической энергии носит весьма частый характер, а именно недопустимые отклонения напряжения, потери, хищения, несимметрия сети, колебания напряжения. Для улучшения этих показателей необходимо учитывать при проектировании и реконструкции новых частей сети, рекомендуемые мероприятия [6].

### Список литературы

1. Железко, Ю. С. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях. Руководство для практических расчетов / Ю.С. Железко, А.В. Артемьев, О.В. Савченко. М.: НЦ ЭНАС, 2006. - 280 с.

2. Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии «Энергомера». – URL : <http://www.energomera.ru/ru/products/askue/about/> (дата обращения: 01.11.2022). – Текст: электронный.

3. Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии «Энергомера». Продукция. – URL:<http://www.energomera.ru/ru/products/> (дата обращения: 01.11.2022). – Текст: электронный.

4. Пат 2380712, Российская Федерация, МПК G01R11/00. Счетчик электроэнергии ЦЭ6850М. Каталог ОАО «Концерн Энергомера», Ставрополь, 2007. Электрические измерения /Общий курс под ред. А.В.ФРЕНКЕ. - Л.: Энергия, 1973, с.173. RU 63547 U1, 23.01.2007. RU 51255 U1, 27.01.2006. RU 13264 U1, 27.03.2000. – № 2008131149/28,; заявл. 28.07.2008 ; опубл. 27.01.2010.

5. Сибикин, Ю.Д. Основы электроснабжения объектов: учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. Изд. 3-е, стер. Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2020. – 329 с.– URL : <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575058/> (дата обращения: 01.11.2022). – Текст: электронный.

6. Макаров, Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ : учеб.-произв. изд. В 6 т. Т. 4-6. М. : Папирус Про, 2005.



## СЕКЦИЯ 7. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

УДК 338.27

### ОТЕЧЕСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ: СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ЦЕЛИ И РЕАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

О.В. Асканова

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация:** В настоящее время в связи с особой значимостью отечественного машиностроения для обеспечения технологического суверенитета страны практически по всем его важнейшим группам имеются разработанные и утвержденные стратегии развития. Поэтому в статье преследуется цель на основе официальных данных Федеральной службы государственной статистики проследить динамику объемов выпуска основных видов продукции различных сфер машиностроения за последние тридцать лет и установить, существует ли их обусловленность наличием документов стратегического планирования. В результате автор констатирует кризисное положение машиностроительного сектора страны, не смотря на повышенное внимание к нему со стороны государства, ввиду декларативности и недостаточной проработки отраслевых стратегических документов, не ставших пока реальными инструментами развития и управления в отрасли.

**Ключевые слова:** машиностроение, станкостроение, автомобилестроение, сельхозмашиностроение, стратегия развития, выпуск продукции.

### DOMESTIC ENGINEERING: STRATEGIC GOALS AND REAL RESULTS

O.V. Askanova

*Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Polzunov Altai State Technical University*

**Abstract:** At present due to the special importance of domestic engineering there are approved development strategies for ensuring the technological sovereignty of the country. Therefore, the aim of the article is to follow the output volumes dynamics of the main types products in various engineering fields over the past thirty years on the basis of the Federal State Statistics Service official data and to establish whether they are due to the presence of strategic planning documents. As a result, the author states the crisis situation in the engineering sector of the country, despite the great attention to it from the state, due to the declarative nature and insufficient elaboration of sectoral strategic documents that have not yet become real tools for development and management in the industry.

**Keywords:** engineering, machine tool building, automotive industry, agricultural machine building, development strategy, output.

Решение проблемы импортозамещения, о которой на самом высоком уровне говорится уже не один год, сегодня в условиях открытого геополитического противостояния России и коллективного Запада становится вопросом выживания нашей страны. В этой связи тема безотлагательной модернизации отечественного машиностроения, выступающего

системообразующим элементом экономики любого суверенного государства, носит характер национальной безопасности.

Находясь долгое время в системном кризисе, отечественное машиностроение накопило целый комплекс проблем, делающих Россию особенно уязвимой на фоне технологической изоляции, что требует пристального внимания к машиностроительному сектору страны. Стоит отметить, что на государственном уровне понимание необходимости отхода от сырьевой модели развития экономики и, следовательно, неизбежности трансформации отечественного машиностроения проявилось в полной мере после событий 2014 года. Именно украинский прецедент, на наш взгляд, стал последним «аргументом» в пользу принятия федерального закона «О стратегическом планировании в Российской Федерации» (№172-ФЗ от 28.06.2014 г.) [1], на чём на протяжении почти двух десятилетий до этого непрестанно настаивали многие ведущие российские экономисты. В свою очередь принятие этого Закона спровоцировало переработку целого комплекса стратегических документов отраслевого уровня, в том числе и в отношении машиностроения.

На сегодняшний момент по всем ключевым сферам отечественного машиностроения существуют утверждённые стратегии развития (рисунок 1).



**Стратегия развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года [2]**



**Стратегия развития машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2030 года [3]**



**Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 год [4]**



**Стратегия развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 года [5]**



**Стратегия развития судостроительной промышленности на период до 2035 года [6]**



**Стратегия развития транспортного машиностроения Российской Федерации до 2030 года [7]**

Рис. 1. Актуальные стратегические документы по ключевым сферам отечественного машиностроения

Все представленные на рисунке документы были приняты в период 2017-2020 гг. Однако справедливости ради необходимо отметить, что и ранее практически по каждой из представленных на рисунке сфер машиностроения существовали документы стратегического развития (см. таблицу 1).

Таблица 1

Утратившие силу документы стратегического планирования по различным сферам отечественного машиностроения

№	Сфера машиностроения	Стратегический документ
1	Автомобилестроение	Стратегия развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2020 года (утверждена приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 23.04.2010 г. №319)
2	Сельхозмашиностроение	Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2020 года (утверждена приказом Минпромторга России от 22.12.2011 г. №1810)
3	Судостроение	Стратегия развития судостроительной промышленности на период до 2020 года и на дальнейшую перспективу (утверждена приказом Минпромэнерго России от 06.09.2007 г. №354)
4	Станкостроение	Стратегия развития тяжелого машиностроения на период до 2020 года (утверждена приказом Минпромторга России от 22.12.2010 г. №1150)
5	Транспортное машиностроение	Стратегия развития транспортного машиностроения Российской Федерации в 2007-2010 годах и на период до 2015 года (утверждена приказом Минпромэнерго России от 18.09.2007 г. №391)

Данные таблицы свидетельствуют, что как минимум с 2007 г. на уровне государства выстраивались целевые ориентиры в отношении развития разных сфер машиностроения и приоритетные направления достижения задекларированных целевых установок. В этой связи представляется интересным проследить, существует ли зависимость между принятием государственных стратегических документов и основными индикаторами, определяющими состояние отечественного машиностроения.

Для решения поставленной задачи воспользуемся официальными публичными данными Федеральной службы государственной статистики с 1990 г. с шагом в десять лет. При этом сравнение будет осуществляться по абсолютным показателям объёмов выпуска различных видов продукции машиностроения в натуральном выражении, поскольку они являются самыми простыми, точными и информативными измерителями характера производства.

Анализ начнём с продукции тяжёлого и транспортного машиностроения, которое является инфраструктурной основой динамичного развития национальной экономики и во многом определяет функционирование других

отраслей. Ниже в таблице представлен выпуск некоторых видов продукции тяжёлого и транспортного машиностроения в 1990-2020 гг.

Таблица 2

Объёмы производства отдельных видов продукции тяжёлого и транспортного машиностроения [составлено по 8]

Показатель	1990	2000	2010	2020
Турбины, млн. кВт	12,5	2,1	9,3	6,5
Тепловозы магистральные, секций	46	21	33	233
Грузовые магистральные вагоны, тыс. шт.	25,1	4,0	50,5	57,1
Пассажирские магистральные вагоны, шт.	1225	802	1200	1962
Краны мостовые электрические (включая специальные), шт.	2943	638	2500	1600
Краны башенные строительные, шт.	2526	36	62	48
Автокраны, тыс. шт.	14,0	2,4	2,9	2,8

Представленные в таблице данные убедительно демонстрируют позитивные тенденции в развитии транспортного машиностроения после 2000 г. Так, существенное падение объёмов производства основных видов продукции данной сферы машиностроения в начале XXI века в сравнении с 1990 г. было компенсировано ростом по магистральным тепловозам и пассажирским вагонам к 2020 году, а по магистральным грузовым вагонам – уже к 2010 году. В результате, в современной России по этим видам продукции натуральные объёмы производства превышают аналогичные показатели последних лет советского периода. Преодоление кризиса в данной сфере машиностроения может быть объяснено особым вниманием к ней со стороны государства, в том числе, и в части стратегического планирования развития транспортного машиностроения.

Что же касается остальных видов продукции машиностроения, приведённых в таблице 2, то ситуация по ним одинаково неблагоприятная. Лавинообразное падение объёмов выпуска (сокращение на 78-99%) в 2000 году в сравнении с 1990 годом сменилось некоторым восстановительным ростом к 2010 году, который не позволил при этом вернуться к прежним объёмам. Однако в период с 2010 по 2020 гг. положительный тренд был прерван, и уже имела место в целом отрицательная динамика, в результате объёмы выпуска по всем видам машиностроительной продукции (турбины всех видов, краны всех видов) по итогам 2020 года не дотягивали до уровня 2010 года. Сразу отметим, что доводы о воздействии внешних обусловленных пандемией коронавирусной инфекции факторов на сложившуюся в 2020 году ситуацию не подтверждаются статистически, поскольку по некоторым из рассматриваемых видов продукции объёмы выпуска в 2018-2019 гг. были даже ниже уровня пандемийного 2020 года.

Далее рассмотрим произошедшие за последнее тридцатилетие изменения в выпуске продукции станкостроения, которое выступает базовой отраслью не только промышленности, но и всего народного хозяйства страны, определяя научно-технический прогресс. На рисунке 2 представлены объёмы производства важнейших видов станкостроительной промышленности – металлорежущих станков и кузнечно-прессовых машин.

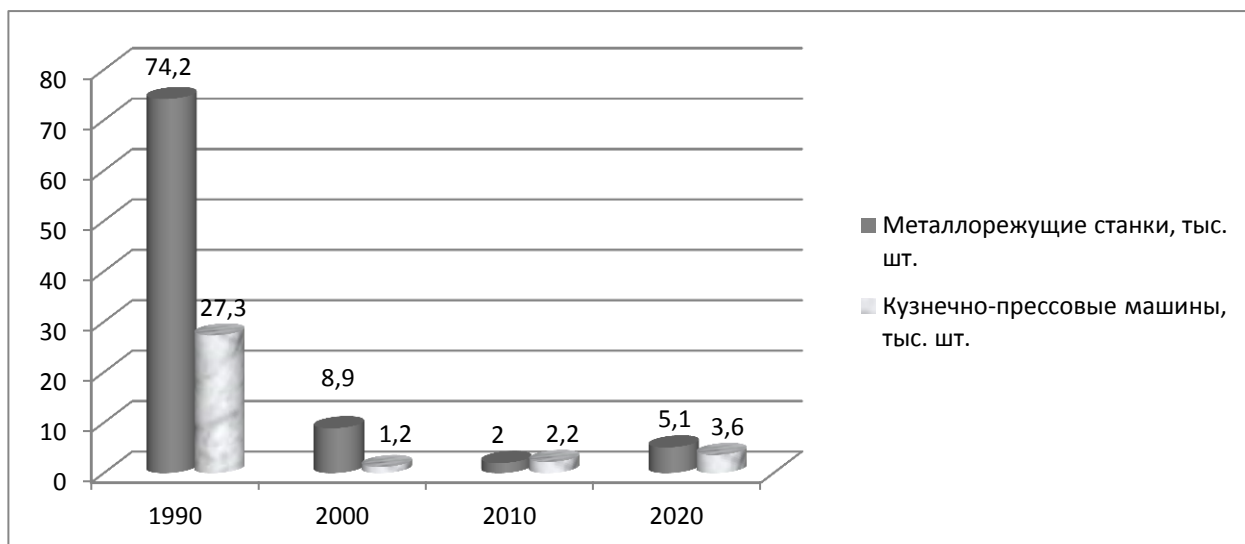


Рис. 2. Изменение выпуска станкостроительной продукции в 1990-2020 гг. [составлено по 8]

Реформы 90-х годов привели к катастрофическому обвалу в отрасли станкостроения. В 2000 году выпуск металлорежущих станков более чем в 8 раз был ниже уровня 1990 года, а кузнечно-прессовых машин – более чем в 20 раз. При этом падение производства металлорежущих станков продолжилось и после 2000 года: в 2010 году их выпуск составлял лишь 22,5% от величины 2000 года. И только к 2020 году началась незначительная положительная динамика, однако это не позволило пока приблизиться даже к показателям 2000 года.

По кузнечно-прессовым машинам после обвального спада выпуска к 2000 году начался рост, который на фоне эффекта низкой базы нельзя расценивать как достаточный, поскольку и сегодня Россия производит чуть более 13% кузнечно-прессовых машин от объёмов 90-х годов прошлого века.

Интересным представляется исследование долгосрочной динамики производства в отечественном автомобилестроении на фоне бурного развития автомобильного транспорта в России. На рисунке 3 отображены объёмы выпуска отдельных видов продукции автомобильной промышленности.

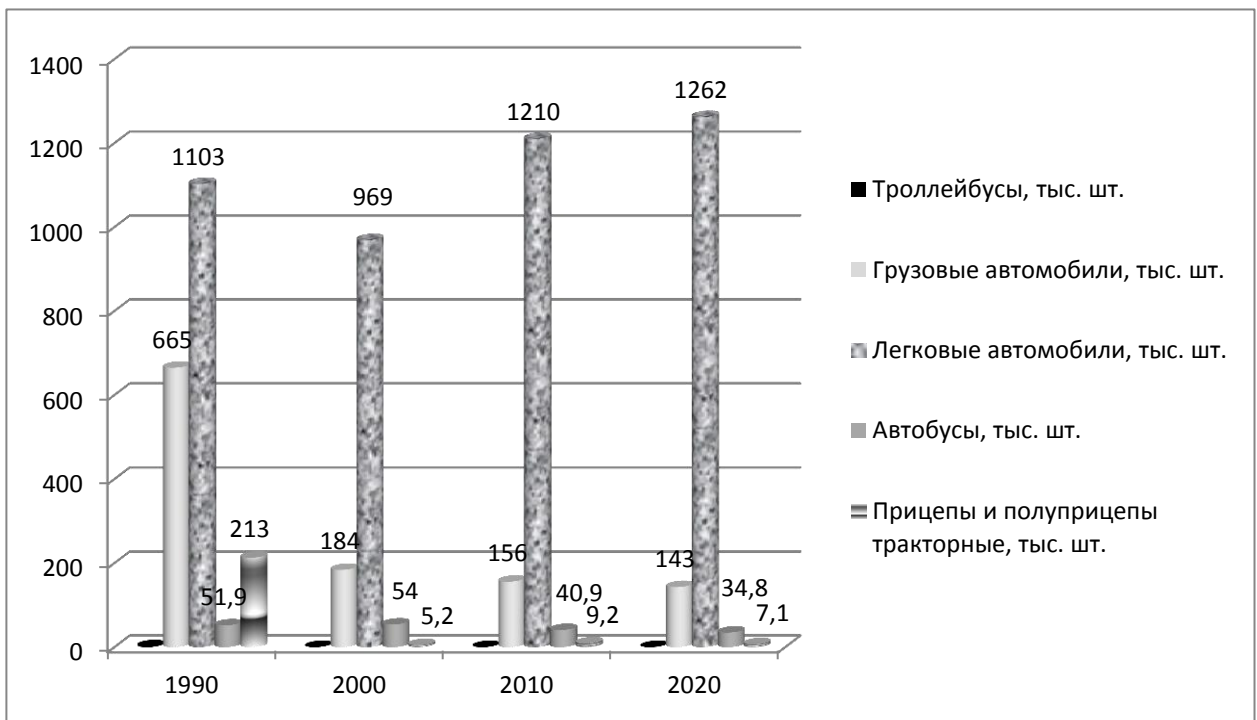


Рис.3. Изменение выпуска продукции автомобилестроения в 1990-2020 гг.  
[составлено по 8]

По представленному рисунку видно, что ситуация в отечественном автомобилестроении неоднозначна. Так, на первый взгляд, создаётся позитивное впечатление в отношении производства легковых автомобилей, которых, согласно официальной статистической информации, в отличие от большинства других видов продукции машиностроения, современная Россия выпускает больше, чем в последнее десятилетие двадцатого века. Эти данные подтверждают тезис о достижении одной из ключевых задач стратегии развития отрасли до 2020 года по обеспечению потребностей рынка за счет внутреннего производства автомобилей. Однако если рассматривать фактически достигнутые объёмы выпуска легковых автомобилей в 2020 году в сравнении с зафиксированными в стратегии развития автомобильной промышленности до 2025 года [2] целевыми индикаторами, то можно обнаружить их несоответствие почти на 30% базовому сценарию и на 32,5% – оптимистическому. Кстати, в предыдущей версии стратегии развития автомобильной промышленности до 2020 года, ставились более амбициозные цели по доведению к концу прогнозного периода объёмов выпуска легковых автомобилей (без учёта коммерческих) до 3136 тыс. шт.

Стоит также отметить, что значительная часть производимых сегодня в стране легковых автомобилей с большой натяжкой можно назвать отечественными, поскольку даже по машинам с наибольшим количеством отечественных комплектующих уровень локализации составляет около 50% или меньше. Поэтому здесь справедливее говорить не о развитии отечественного производства автомобилей, а о преимущественном развитии сборочных циклов машин, спроектированных на базе платформ ведущих

мировых автопроизводителей. Особенно заметно это проявилось в условиях возникших после введения экономических санкций технологических и производственно-технических разрывов, что вынудило все отечественные автобренды заморозить или радикально сократить производство из-за проблем с поставками иностранных компонентов, без которых остановился даже АвтоВАЗ.

В аналогичной ситуации оказалось сегодня и отечественное производство грузовых автомобилей. При этом в отличие от производства легковых машин, по грузовым автомобилям статистика демонстрирует неуклонное снижение выпуска на протяжении всего периода 1990-2020 гг. В настоящее время в России производится 20% грузовых машин от уровня 1990 года.

Определённые особенности в сравнении с другими видами продукции автомобилестроения имеет динамика выпуска автобусов. Это единственный из рассматриваемых видов машин, по которому согласно статданным объём производства в 2000 году был выше уровня 1990 года, однако в последующие годы выпуск автобусов в России снижался, составив в 2020 году две трети от объёмов 2000 года.

Однако если отойти от рассмотрения динамики натуральных объёмов выпуска грузовых автомобилей и автобусов, отражённых в официальных статистических источниках, а сфокусировать внимание на сопоставлении этих данных с зафиксированными в стратегических документах, то возникает целый ряд трудно объяснимых противоречий и нестыковок. Так, согласно данным статистики ежегодное производство грузовых автомобилей в период 2010-2020 гг. варьировало в диапазоне 130-200 тыс. единиц. Но при этом в стратегии развития автомобильной промышленности до 2020 года закладывались целевые показатели выпуска грузовых машин с 77 до 116 тыс. шт. на 2012-2020 гг., а в стратегии развития до 2025 года – с 61 до 125 тыс. (по оптимистическому сценарию) на 2016-2025 гг. Т.е. либо официальные статистические данные неадекватно отражают производственные процессы по грузовым автотранспортным средствам, а разработчики стратегий, зная реальное положение дел в отрасли, используют реальные данные, либо наоборот.

То же самое касается информации о производстве автобусов. Первая стратегия развития автомобильной промышленности предусматривала в качестве целевых индикаторов ежегодный рост выпуска автобусов с 16 до 28 тыс. шт. в течение 2012-2020 гг. при заявленных в статистических источниках информации за 2010-2020 гг. объёмах производства в 35-58 тыс. единиц. В новой стратегии [2] оперируют ещё более низкими цифрами в 13-22 тыс. автобусов в 2016-2025 гг. И это по оптимистическому сценарию развития! В ситуации таких серьёзных противоречий в данных возникают большие сомнения как в качестве проработки стратегических документов, так и в возможности оценки степени достижения заявленных в них целей, что умаляет их значимость как инструмента управления развитием отрасли.

Тенденции в динамике ещё двух представленных на рисунке 3 видов машиностроительной продукции – тракторных прицепов и полуприцепов и

троллейбусов – также не дают поводов для оптимистических оценок развития отрасли. Обвальное падение выпуска тракторных прицепов и полуприцепов (в 40 раз) в 2000 году по сравнению с 1990 годом сменилось ростом производства в 2010 году, однако в следующее десятилетие динамика снова носила негативный характер. Что касается производства троллейбусов, то здесь можно говорить о практически полном прекращении их выпуска в России (в 2020 было произведено лишь 318 троллейбусов, тогда как в 1990 году – 2308).

Еще одной, когда-то крупнейшей сферой машиностроения, о необходимости развития которой уже не одно десятилетие декларируется на верхнем уровне управления, является сельхозмашиностроение. Ниже в таблице представлены объёмы выпуска продукции основных видов сельхозтехники за последние тридцать лет с десятилетним интервалом.

Таблица 3

Выпуск важнейших видов сельхозтехники в 1990-2020 гг. [составлено по 8]

Показатель	1990	2000	2010	2020
Тракторы, тыс. шт.	214	19,2	6,9	7,2
Сеялки тракторные, тыс. шт.	51,1	5,2	1,8	12,0
Комбайны зерноуборочные, тыс. шт.	65,7	5,2	4,3	5,4
Культиваторы тракторные, тыс. шт.	101	4,7	25,6	43,6
Косилки тракторные, тыс. шт.	22,6	6,5	3,0	8,9
Машины для внесения в почву минеральных удобрений и извести, тыс. шт.	21,1	0,2	0,531	1,5

Анализируя данные таблицы 3 можно отметить общие тенденции в направлении изменения объёмов выпуска первых трёх видов продукции – тракторов, сеялок и зерноуборочных комбайнов. Обвальное падение производства по данным видам сельхозтехники по сравнению с 1990 годом (в 10 и более раз) не закончилось в 2000 году, продолжившись всё следующее десятилетие. В итоге, в конце первого десятилетия XXI века Россия выпускала тракторов и тракторных сеялок около 3% от уровня 90-х годов предыдущего века, а зерноуборочных комбайнов – 6,5%. Рост, который имел место в 2020 г. в сравнении с 2010 г., можно расценивать как существенный только по сеялкам, но даже он позволил лишь дотянуть производство этого вида техники примерно до четверти от выпуска 1990 года. По тракторам и комбайнам темпы роста объёмов их производства последние десять лет можно расценивать не иначе, как «топтанье на месте».

Три других представленных в таблице вида продукции сельхозмашиностроения – культиваторы, косилки и машины для внесения в почву удобрений – также характеризуются одинаковыми тенденциями в направлении изменения выпуска в рамках рассматриваемого периода. После катастрофического обвала производства в 2000 г. по сравнению с 1990 г.



начался небольшой рост. Однако темпы изменения объёмов выпуска по разным видам продукции имеют существенные отличия. Так, на общем фоне наиболее позитивная ситуация складывается по культиваторам, выпуск которых сократившись в 2000 г. почти до 5% от объёмов 1990 г., к настоящему моменту восстановился до 43%. Самая плачевная ситуация имеет место по машинам для внесения в почву удобрений. Производство этого вида продукции сократилось в 1990 г. более чем в 100 раз, и даже сегодня спустя двадцать лет «вставания с колен» Россия выпускает только 7% этих машин от уровня прошлого века.

Стоит отметить, что преодолеть столь плачевное состояние в отрасли сельхозмашиностроения не позволила даже разработка двух стратегий её развития. В 2011 г. в отношении данной отрасли была принята стратегия развития до 2020 года (ныне утратила силу); в 2017 г. – стратегия развития до 2030 г. [4]. Подробно оценка достижения стратегических индикаторов, их сопоставимость, обоснованность и реальность рассмотрена автором в других его работах [9; 10]. Здесь же считаем необходимым лишь указать, что новая стратегия развития отрасли до 2030 года не содержит целевых индикаторов в виде абсолютных показателей (кроме числа конструкторов, занятых на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения), поэтому для решения поставленных в рамках данного исследования задач слабо информативна. Что же касается стратегии развития до 2020 года, то содержащиеся в ней весьма амбициозные целевые ориентиры по выпуску тракторов, мягко говоря, кажутся простым прожектерством. Разработчики стратегии предполагали доведение к 2020 году собственного производства сельскохозяйственных тракторов почти до 28 тыс. единиц без учёта ещё более 8,5 тыс. сборки на территории России. Насколько эти цели соответствует реальным данным можно увидеть по таблице 3.

Еще одна сфера машиностроения, на которую хотелось бы обратить внимание в рамках данного исследования, является строительно-дорожное машиностроение, обеспечивающее основными производственными фондами промышленное, гражданское, дорожное, мелиоративное строительство. Основными видами продукции, по которым представлены статданные о физических объёмах производства за весь период исследования, являются экскаваторы, бульдозеры и автогрейдеры. На рисунке 4 приведены объёмы выпуска по данным видам техники в 1990-2020 гг.

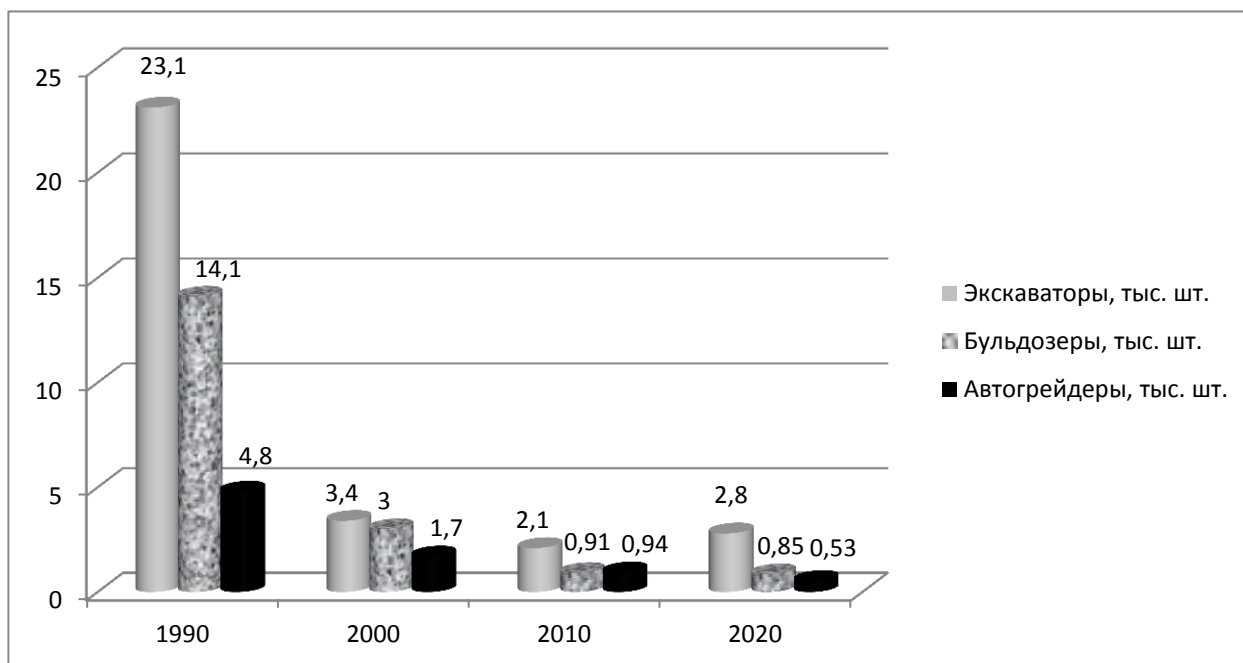


Рис. 4. Изменение выпуска продукции строительно-дорожного машиностроения в 1990-2020 гг. [составлено по 8]

По рисунку можно обнаружить весьма негативные тенденции показателей производства дорожно-строительной техники. Падение объёмов выпуска экскаваторов, которых в советский период Россией производилось более 20 тыс. единиц, продолжалось двадцать лет и даже к 2020 году их выпуск, хоть и увеличился в сравнении с 2010 г., но был по-прежнему ниже объёмов 2000 г. По бульдозерам и автогрейдером объёмы выпуска неуклонно падали в течение всего тридцатилетнего периода. В результате если в 1990 году бульдозеров производилось более 14 тыс. шт., то сегодня – только 851 шт. (6% от объёмов 1990 года), а автогрейдеров 533 единицы (вместо 4,8 тыс. шт. в 1990 г.). Кстати стоит заметить, что в отличие от других отраслей машиностроения в отношении производства строительно-дорожной техники автором не найдено утверждённой стратегии развития. В свободном доступе имеется только презентация Минпромторга России 2017 года стратегии развития до 2030 года [11], в которой не представлено никаких целевых индикаторов по физическим объёмам выпуска разных видов дорожно-строительной техники.

Обобщая результаты проведённого анализа, можно отметить, что практически все отрасли отечественного машиностроения (за исключением отдельных видов транспортного машиностроения и автомобилестроения) находятся в глубоком кризисе. Хотя справедливости ради здесь нельзя не упомянуть о принятии в последние годы на государственном уровне разнообразных мер государственной поддержки, реализуемых в сфере машиностроения. Однако их несистемный, точечный характер не позволяет преодолеть кризисные явления. В результате сегодня по многим видам машиностроительной продукции объёмы выпуска колеблются около уровня 2000 года или даже ниже на фоне постоянных реляций о необходимости развития собственного машиностроения и наличия утверждённых стратегий в

отношении его разных сфер. Отдельные успехи, статистически фиксируемые по некоторым видам машин и техники, довольно скромны, а при более детальном анализе, как правило, оборачиваются либо «отвёрточной сборкой», либо корректировкой методики представления статданных.

Всё отмеченное коррелирует с выводами предыдущих исследований автора [10], демонстрирующими, что просто факт наличия отраслевых стратегических документов без системных действий, направленных на преобразование парадигмы экономического развития, не гарантирует успешности отдельных отраслей. В этом смысле машиностроительная промышленность является показательным примером того, как стратегические документы вместо реального инструмента управления стали носящими чисто декларативный характер мертворождёнными симулякрами в условиях, когда «не обеспечено качество их проработки, отсутствуют эффективные механизмы актуализации, контроля и оценки хода реализации» [там же]. Так, на примере стратегий развития автомобилестроения и сельхозмашиностроения нами были выявлены:

- грубые несоответствия представленных в стратегических документах данных статистическим показателям;
- «чрезмерный оптимизм» и необоснованность заложенных целевых индикаторов.

Кроме того, все принятые в последнее время документы стратегического развития отраслей машиностроения в качестве целевых ориентиров вообще не содержат показателей объёмов выпуска в натуральном выражении по основным видам продукции, хотя именно они наиболее информативны для адекватной оценки масштабов развития.

Несовершенство принимаемых стратегических документов усиливается недостатками российского статистического учёта, для которого характерно отсутствие преемственности в использовании методологии сбора и расчёта показателей, сопоставимости по кругу наблюдаемых объектов ввиду частой смены классификаторов и др. Так, сегодняшнее представление статистической информации по машиностроительному сектору страны не даёт возможности её пользователям осуществлять промежуточный мониторинг достижения заложенных в стратегиях целевых показателей. Это связано с тем, что из статистики полностью исчезла информация о состоянии машиностроения в разрезе исторически сложившихся классификационных групп (автомобилестроение, станкостроение, сельхозмашиностроение и т.п.), соответствующих сферам машиностроения, по которым и приняты отдельные стратегии развития. В настоящее время в статистическом учёте машиностроительная отрасль представлена несколькими видами экономической деятельности (классы 28-30 ОКВЭД2):

- производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки;
- производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов;
- производство прочих транспортных средств и оборудования.

Обобщённые статданные по этим видам деятельности малопригодны для оценки не только достижимости стратегических индикаторов, но и эффективности развития разных сфер машиностроения. Необходимо также отметить сокращение в сравнении с предыдущими периодами перечня отдельных видов продукции, по которым публикуются данные о натуральных объёмах выпуска. Например, если в начале 2000-х можно было найти информацию об объёмах производства вагонов метрополитена, то теперь она пропала из статистики.

Резюмируя всё вышеотмеченное можно заключить, что развитие отечественного машиностроения, которое в настоящее время является залогом технологического суверенитета и выживания страны, станет возможным, когда от простых деклараций о намерениях отраслевые стратегии превратятся в эффективные инструменты управления и развития. Это может быть достигнуто подкреплением их реальными комплексными программами поступательных преобразований отрасли, адекватной информационной базой, обеспечивающей промежуточный и итоговый мониторинг их выполнения, а также механизмами ответственности за достижение целевых ориентиров.

### Список литературы

1. Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» от 28.06.2014 №172-ФЗ (последняя редакция). - URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_164841/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/) (дата обращения: 05.05.2022).

2. Стратегия развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года, утверждённая Распоряжением Правительства РФ №831-р от 28.04.2018г. - URL: <http://static.government.ru/media/files/EVXNIplqvhAff2Ik5t6l6kWrEIH8fc9v.pdf> (дата обращения: 04.05.2022) . - Текст : электронный.

3. Стратегия развития машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2030 года, утверждённая Распоряжением Правительства РФ №1931-р от 30.08.2019г. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/561135328?marker=6540IN> (дата обращения: 04.05.2022) . - Текст : электронный.

4. Стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 года, утверждённая Распоряжением Правительства РФ №1455-р от 07.07.2017г. - URL: [https://www.akkor.ru/sites/default/files/strategiya\\_sh\\_mashinostroeniya\\_0.pdf](https://www.akkor.ru/sites/default/files/strategiya_sh_mashinostroeniya_0.pdf) (дата обращения: 04.05.2022) . - Текст : электронный.

5. Стратегия развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 года, утверждённая Распоряжением Правительства РФ №2869-р от 05.11.2020г. - URL: <http://static.government.ru/media/files/NyeLKqLhrJrydnGRBm39nH10hJNOzHzQ.pdf> (дата обращения: 04.05.2022) . - Текст : электронный.

6. Стратегия развития судостроительной промышленности на период до 2035 года, утверждённая Распоряжением Правительства РФ №2553-р от 28.10.2019г. - URL: <http://static.government.ru/media/files/WlszzFJXA26YAXaOifb1H2KQqmi1D7S7.pdf> (дата обращения: 04.05.2022) . - Текст : электронный.

7. Стратегия развития транспортного машиностроения Российской Федерации до 2030 года, утверждённая Распоряжением Правительства РФ №1756-р от 17.08.2017г. - URL: <http://static.government.ru/media/files/klnxiLOfYHPRsEe6cD9NsI0KM32LMacz.pdf> (дата обращения: 04.05.2022) . - Текст : электронный.

8. Российский статистический ежегодник – 2003, 2011, 2021. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. - URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994> (дата обращения: 13.05.2022) . - Текст : электронный.

9. Асканова, О.В. Стратегические индикаторы развития сельскохозяйственного машиностроения и степень их достижения // Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: материалы восьмой всероссийской научно-практической конференции. Рубцовск, 2018. – С.907-914.

10. Асканова, О.В. Стратегические намерения государства в отношении развития сельскохозяйственного машиностроения // ЭКО. – 2019. – №2(536). – С.123-134.

11 Корчевой, Е.А. Стратегия развития строительно-дорожного машиностроения Российской Федерации до 2030 года. - URL: <https://rosspetsmash.ru/attachments/article/1547/Презентация%20Минпромторг%20РФ.pdf> (дата обращения: 19.05.2022) . - Текст : электронный.

## СЕКЦИЯ 8. ОБРАЗОВАНИЕ. ПЕДАГОГИКА. ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 37.047

### РАБОТА С МАТЕМАТИЧЕСКИ ОДАРЕННЫМИ ДЕТЬМИ

М.Ю. Бородина

*Центр детского научного и инженерно-технического творчества  
«Трамплин», г. Ленинск - Кузнецкий*

**Аннотация.** В нашей современной стране существует острая проблема сохранить и преумножить интеллектуальный потенциал нашего общества. Для поддержки потенциала нужно развивать талант и успехи наших детей в различных видах деятельности. Одаренный и способный ученик – это будущее развитие нашего государства. И для поддержки талантливых детей стоит задача, поставленная в программе государства «Одаренные дети» (Закон Российской Федерации «Об образовании»): «Выявление, поддержка, развитие одаренных детей становятся одной из приоритетных задач современного образования, поскольку от ее решения в итоге зависит интеллектуальный и экономический потенциал государства в целом».

**Ключевые слова:** одаренные дети, математика, школьное образование.

### WORK WITH MATHEMATICALLY GIFTED CHILDREN

M.Yu.Borodina

*Center for Children's Scientific and Engineering Creativity "Tramplin", Leninsk  
- Kuznetsky*

**Abstract.** In our modern country, there is an acute problem of preserving and increasing the intellectual potential of our society. To support the potential, we need to develop the talent and success of our children in various activities. A gifted and capable student is the future development of our state. And to support talented children, there is a task set in the state program “Gifted Children” (Law of the Russian Federation “On Education”): “Identification, support, development of gifted children are becoming one of the priority tasks of modern education, since intellectual and the economic potential of the state as a whole”.

**Key words:** gifted children, mathematics, school education.

Работа с одаренными детьми для современного общества чрезвычайно актуальна. Так как жизнь требует от школьного выпускника способность адаптироваться к современным условиям, коммуникабельность и конкурентоспособность. Еще с первого класса начальной школы учитель умеет выявлять одаренных детей, наблюдая, изучая психологические особенности, речь, память, логическое мышление ребенка. Такие дети новый материал изучают быстрее под руководством учителя и самостоятельно, у них проявляется правильное рассуждение. На данном этапе учитываются успехи в какой-либо деятельности. И здесь очень важно организовывать урочную и внеурочную деятельность, направленный на развитие познавательных способностей ребенка как единый процесс обучения.

В среднем звене школы для продуктивной работы с одаренными детьми учителю нужно постоянно использовать дифференциальный и индивидуальный

подход в обучении учащихся. Для работы с одаренными детьми применяются три направления:

- разноуровневый (использование разноуровневых задач на уроке и в домашней работе);
- обучение самостоятельной работе (научить самим разбираться с учебником и дополнительной литературой);
- обучение исследовательской работе (рассматривать задачи с элементами исследования и развивающие задачи).

В среднем и старшем звене общеобразовательной школы в работе с учащимися нужно учитывать возрастную категорию. Чтобы создать комфортные условия на уроке, нельзя делить детей на категории одаренных, средних и слабых учеников, это может привести к потере интереса математики у некоторых ребят, и они не смогут раскрыть свой математический потенциал. Работу с такими учащимися надо проводить на уроках, внеурочной школьной и внешкольной деятельности.

При организации самостоятельной работы учащихся учитель применяет лично ориентированный подход. Так же эту работу при выявлении и раскрытии математической одаренности детей необходимо планировать и с учетом индивидуально-дифференцированного подхода в ходе всего процесса обучения. На своих уроках учитель дает ученикам задачи школьного материала, а также нестандартные задачи по темам для самостоятельного решения разных уровней. Это дает возможность учителю организовать самостоятельную работу с учетом уровня возможностей учащихся.

Чтобы выявить одаренного ребенка, нужна такая образовательная среда, которая бы способствовала развитию у ребенка исследовательского отношения к математике и к самому себе. Развитие познавательного интереса в области математики и приобретение способа познания – исследовательских умений еще один шаг к одаренности учащегося. Очень важно, чтобы ребенок еще в начальной школе уже мог прикоснуться к многообразию математики и применения математической действительности, восторгаться тайнам и испытывать радость и восторг от собственного открытия.

«Одаренный ребенок – это ребенок, который выделяется яркими, очевидными, иногда выдающимися достижениями (или имеет внутренние предпосылки для таких достижений) в том или ином виде деятельности».

Определений математической одаренности ребенка в справочной литературе очень много. Вот одно из них: «Математическая одаренность – это качественно своеобразное сочетание математических способностей, которое открывает возможность успешного творческого овладения предметом».

Существуют три возраста категории одаренных детей:

- 1) В дошкольном и младшем школьном возрасте у детей высоко развит уровень умственного развития;
- 2) В подростковом возрасте у детей проявляются признаки умственной одаренности в школьном предмете;
- 3) В старшем школьном возрасте у учащихся выражена познавательная

активность, оригинальность психического склада, незаурядные умственные резервы, но по каким-либо причинам успехов в учебе не обнаружил.

«В душе каждого ребенка есть невидимые струны. Если тронуть их умелой рукой, они красиво зазвучат». Эти красивые слова сказаны Василием Александровичем Сухомлинским — советского педагога, писателя, публициста, создателя народной педагогики о работе с одаренными детьми.

Мы взрослые в своих детях с рождения стараемся увидеть успехи, какие-то способности, таланты, дар. Воспитатели в детском саду, учителя в школе настроены на то, чтобы развивать талант, стремление к знаниям, ведь именно в этом возрасте успехи детей становятся более яркими, проявляя одаренность.

В век технологий при выявлении одаренных детей, учитель проводит сложную работу с использованием интерактивных технологий для развития одаренностей детей в области не только математики, но и других предметов, так как все предметы взаимосвязаны. Поэтому для развития знаний нужно вести работу в трех направлениях:

- ✓ постоянно подбирать задачи, где имеются несколько способов решений;

- ✓ решать задачи повышенной сложности на уроках, когда ребенок справился с основным материалом и на внеурочных занятиях, а также дома;

- ✓ Решать олимпиадные задания, турниры, игры на кружковых занятиях.

В работе учителя с одаренными учениками важная роль отводится индивидуальная работа, как на уроке, так и после уроков.

Для подготовки детей к олимпиадам необходимо и нужно рассматривать различные типы олимпиадных задач на внеклассных и групповых занятиях, факультативах и самостоятельного изучения дополнительной литературы. Можно рассматривать всевозможные логические задачи, математические ребусы, кроссворды. Обязательно нужно использовать геометрические, арифметические, текстовые задачи: решаемые с конца, на переливание, взвешивание, на движение, работу.

Но научить решать такие задачи можно только тогда, когда ребенок проявит желание их решать, для этого задачи должны быть интересными и богатыми по содержанию для самого ученика. Роль учителя вызвать заинтересованность к задаче, показать ученику, что при самостоятельном решении математической задачи можно получать огромное удовольствие.

При работе с одаренными детьми нужно постоянно предлагать не просто решить задачу, но и предлагать творческие задания, например: составить задачу, кроссворд, ребус и т. д. ученик должен научиться проанализировать информацию, уметь выделить главное, находить и не рассматривать второстепенное. И последнее как лучше представить свой результат - электронная презентация или документ, макет, постер и т. д. Все это развивает познавательную деятельность развития творческих способностей и развивает математический склад ума. Ребенок начинает видеть окружающий мир математическими глазами.



Математический склад ума включает в себя познавательную, эмоциональную, волевою стороны, склонности и интересы образуют следующие математические способности:

- а) «сильная память»;
- б) «остроумие»;
- в) «быстрота мысли».

После того как учитель заметил математические способности учащихся, важной задачей становится усиленное обучение. Поэтому на уроках математики используются следующие технологии: игровые, коммуникативные, исследовательские, проблемно-поисковые и здоровьесберегающие. Помимо этого на уроках математики в современном обучении нужно использовать компьютерные программы, дидактические игры, обучающие интернет-сайты и интернет - платформы, электронные энциклопедии. Учителями создается методический материал: тесты, олимпиадные задания повышенной трудности, кроссворды, ребусы, загадки, логические задачи и примеры, интеллектуальные марафоны, игры, квесты. И вместе с ребенком завести диагностическую карту с умением оцениваем свои знания, ошибки, анализировать полученные знания, выводы и индивидуальный план работы.

Работа учителя с одаренными детьми проходит ежедневно. На своих уроках учитель уделяет больше внимание. Помимо обычного решения задач на уроках предлагаются так называемые задачки «с изюминкой», игровые моменты, для привлечения таких качеств как внимание, вера в свои силы, уметь применять полученные знания в новых решениях.

Математические кружки – это еще один вид деятельности математике в школе. На данных занятиях вызывается интерес к предмету, кругозору, творческих способностей, знакомство учащихся с общими подходами к решению разнообразных задач.

Исследовательская деятельность также является одним из важнейших видов внеклассной деятельности. На таких занятиях ребенок учится развивать свои способности к саморазвитию, самообразованию, умение выступать, владеть информационными технологиями, уметь работать и создавать свой продукт.

Существуют еще несколько форм работы внеурочной деятельности с детьми: олимпиады по предметам; научно-практические конференции; конкурсы, КВН, викторины, аукционы; ролевые игры; дискуссии; интеллектуальные марафоны; проекты по различной тематике.

На своих уроках учитель хочет увидеть заинтересованность, блеск и интерес в глазах ученика. Учитель стремится к активной и увлеченной работе ученика. В процессе получения знаний, ребенок восхищается мудростью тех, кто принес эти знания – в этом тоже есть смысл обучения одаренных детей.

В современном компьютерном мире внедрение в жизнь новых информационных технологий обучение одаренных детей одна из глобальных задач педагогики. Поэтому все они должны находить поддержку в обществе. Для того, чтобы развивать потенциал и способности учащихся, нужно четко

выделять индивидуальность каждого учащегося, создавать условия для развития для максимального развития его склонностей и способностей.

Учить развивать творчество ребенка, да и взрослого человека, можно и нужно. И чем раньше мы увидим в маленьком ребенке одаренность и начнем работу, тем выше будут ее результаты. И главное – верить учителю в своего ученика. Если ученик одарен и видит, что взрослые верят в него, то первые маленькие победы, открытия этого человека не заставят ждать себя.

### Список литературы

1. Теплов, Б. М. Способности и одаренность / Б. М. Теплов // Психология индивидуальных различий. Тексты. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. С. 136.

2. Кайсарова, А. В. Психологические особенности работы с одаренными детьми: учебное пособие / А. В. Кайсарова. Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2013. – 80 с.

3. Мультиурок. – URL : <https://multiurok.ru/files/rabota-s-matematicheskimi-odarennyimi-detmi-v-osnovno.html>. (Дата обращения 19.03.2020). – Текст: электронный.

4. Анастаси, А. Психологическое тестирование / А. Анастаси. М.: Педагогика, 1982. – 320 с. 2. Гильбух, Ю. З. Внимание: одаренные дети / Ю. З. Гильбух. М.: Знание, 1991. – 71 с. 3. Беляева, Н. А. Одаренные дети в обычной школе / Н. А. Беляева, А. И. Савенков // Нар. образование. 1999. № 9.

**УДК 37.047**

## **КАК ПРОВЕСТИ УРОК МАТЕМАТИКИ С ОДАРЕННЫМИ ДЕТЬМИ**

Васюкова Е.Г.

*Центр детского научного и инженерно-технического творчества «Трамплин», г.Ленинск-Кузнецкий, Кемеровской области*

**Аннотация.** Одарённые, талантливые дети – это потенциал любой страны, позволяющий ей эффективно развиваться и конструктивно решать современные экономические и социальные задачи. Для успешной работы с одарёнными детьми у учителя должна быть определенная система деятельности. В статье представлен опыт работы с детьми по математике в ЦДНИТТ «Трамплин», г.Ленинск-Кузнецкий, Кемеровской области. Что нужно учитывать при подготовке к уроку, как сделать урок интересным, эффективным? Как использовать проектную деятельность для формирования активной учебно-познавательной деятельности учащихся? Ответы на эти вопросы вы найдете в этой статье.

**Ключевые слова:** одаренные дети, урок математики, развитие творческих способностей, проектная работа, информационные технологии.

## **HOW TO CONDUCT A MATH LESSON WITH GIFTED CHILDREN**

Vasyukova E.G.

*Center for Children's Scientific and Engineering Creativity "Springboard",  
Leninsk-Kuznetsky, Kemerovo region*

**Annotation.** Gifted, talented children are the potential of any country that allows it to develop effectively and constructively solve modern economic and social problems. For successful work with gifted children, a teacher must have a certain system of activity. The article presents the experience of working with children in mathematics at the Central Research Institute "Springboard", Leninsk-Kuznetsky, Kemerovo region. What should be taken into account when preparing for the lesson, how to make the lesson interesting and effective? How to use project activities for the formation of active educational and cognitive activity of students? The answers to these questions can be found in this article.

**Keywords:** gifted children, math lesson, development of creative abilities, project work, information technology.

Сегодня в российском образовании чрезвычайно актуальна проблема выявления, развития и поддержки одарённых детей. Одарённые, талантливые дети – это потенциал любой страны, позволяющий ей эффективно развиваться и конструктивно решать современные экономические и социальные задачи. В нашем городе создан центр детского научного и инженерно-технического творчества «Трамплин» при активной и всесторонней поддержке Благотворительного фонда Андрея Мельниченко. Центр «Трамплин» — это поддержка и развитие одаренности учащихся школ, проявляющих интерес к углублённому изучению предметов естественно-математического цикла, оказание учащимся всемерной поддержки в личностном развитии, привлечение их к выполнению исследовательских проектов.

Я преподаю математику, проработала в центре уже три года в пятых, шестых и седьмых классах. В данной статье поделюсь опытом по проведению занятий с детьми, которые качественно отличаются от сверстников (сообразительностью, смекалкой, изобретательностью, любознательностью, познавательной потребностью, быстрым темпом работы). При всех положительных качествах одаренного ребенка, а к выше сказанным, можно еще добавить высокую концентрацию внимания, упорство в достижении результатов, богатую фантазию, открытость, принципиальность, хорошо развитое чувство юмора, исследовательскую творческую активность, существуют и отрицательные качества, которые учителю необходимо учитывать в своей работе. Довольно часто одаренные дети относятся к учебе формально, если им неинтересно, не выполняют домашних заданий, не хотят вести конспекты и записи, работы плохо оформлены, неаккуратны, выглядят незавершенными, так как очень торопливы и лучше быстрее устно сообщат о своей идее, чем будут аккуратно записывать решение, стремятся всегда быть правыми в споре.

Для успешной работы с одарёнными детьми у учителя должна быть определенная система деятельности, которая включает в себя: изучение индивидуальных способностей и возможностей ребёнка, развитие творческих способностей на уроках и во внеурочной деятельности, реализацию принципов личностно-ориентированного подхода, внедрение в учебный процесс всех видов и форм творческой самореализации.

Продумывая ход урока, стараюсь преподносить учебный материал в виде творческого диалога с учениками. Направляю одаренного школьника не

столько на получение определенного объема знаний, сколько на творческую его переработку, что воспитывает способность мыслить самостоятельно и верить в свои силы и способности.

В математике научить учиться, научить творческой деятельности возможно только через решение задач, требующих от учеников исследовательской деятельности и творческого подхода. Я использую задачи с не сформулированным вопросом, задачи с недостающими данными, с лишними данными, задачи с несколькими решениями, с меняющимся содержанием, задачи на логическое мышление.

Большое впечатление на сознание учащегося, на его эмоциональную сферу может произвести красивое решение трудной задачи, яркие, эффектные методы работы, неожиданные в их личной практике.

Положительные результаты в учебно-воспитательном процессе и сохранность контингента достигаются за счет многолетней работы в одном классе, создания на уроках атмосферы доброжелательного сотрудничества и взаимопонимания.

Для реализации педагогических задач при проведении уроков использую методы активного обучения: работа в группах, в парах, в связке «учитель-ученик», взаимопроверка, самопроверка по образцу, самооценка, создание проблемных ситуаций. Детей всегда подстёгивает в работе элементы соревнования и игры. Например, провожу занятия в форме «Своя игра», «О, математик!», выделяю, три категории: «Умею считать устно», «Знаю теорию», «Задачи повышенной трудности». Соревновательный характер игры увлекает, групповая форма способствует сплочению при обсуждении вопросов. Каждая группа выделяет лидеров, которые оцениваются. Использую различные известные всем традиционные игры – соревнования или их элементы («Кто быстрее», «Лесенка», «Эстафета» «Вопрос – ответ», «Не ошибись», «Прочитай фразу», «Найди загадочное число»). Очень мне нравится игра «Молчанка». Эта игра применяется, как разновидность устного счета. Учащимся на карточках показывается задание. Они считают устно и в своих блокнотах записывают ответ. По команде показывают учителю. Учитель указывает, у кого ошибка. При необходимости, решение можно прокомментировать. Эта игра может быть использована в любом классе, по любой теме.

В проверке домашней работы учитывается объём заданий, качество выполнения, его аккуратность. В ходе изучения нового материала даю кратковременную самостоятельную работу, по результатам которой можно судить об усвоении учащимися содержания изучаемого материала. В конце занятия подводится общий итог и выставляется оценка по баллам. Также подводится итог за неделю, четверть, год. Победителю за неделю вручается вымпел, за четверть и год – грамоты и благодарственные письма родителям.

В целях экономии времени, достижения эмоционального эффекта и наглядности использую на уроках информационные технологии, которые предоставляют учителю техническую и технологическую поддержку. Информационные технологии сочетают красочность и цвет, мультипликацию,

звуковую речь, динамические модели. Однако не следует думать, что применение компьютера на уроке - это залог успешности урока. Необходимо тщательно продумывать структуру урока, применяемые методы, приемы и средства обучения, целесообразность применения тех или иных информационных ресурсов.

Для организации настроения обучающихся на урок использую слайд игрового содержания, яркий, привлекающий внимание. Это могут быть ребусы, приглашения к игре, путешествию и др.

Устные упражнения заранее подготавливаю на компьютере, и на уроке требуется только открыть нужный файл, не надо писать каждый раз необходимые задания на доске, тем самым экономится время. Устный счет на уроках математики является одним из важных элементов урока. Он развивает память, абстрактное мышление, сообразительность, логику. Устные вычислительные навыки учащихся за последнее время заметно ухудшились, поэтому нужно разнообразить форму устных вычислений. Так, на уроках геометрии, хорошо применять устное решение задач (по готовым чертежам). Работа по готовому чертежу способствует развитию конструктивных способностей, отработке навыков культуры речи, логике и последовательности рассуждений, учит составлению устных планов решения задач различной сложности.

При объяснении нового материала помощь компьютера наиболее эффективна. Визуальная насыщенность учебного материала делает его ярким, убедительным, способствует лучшему его усвоению и запоминанию. Сочетание рассказа учителя с демонстрацией презентации позволяет акцентировать внимание учащихся на особо значимых моментах учебного материала. Использование интерактивной доски позволяет не только демонстрировать слайды и видео, но и рисовать, чертить, наносить на проецируемое изображение пометки, вносить любые изменения, и сохранять их в виде компьютерных файлов. Файлы предыдущих занятий можно всегда открыть и повторить пройденный материал. Сохраненные решения всегда могут быть легко восстановлены для тех учеников, кто пропустил, или не вполне хорошо освоил тему.

Использование интерактивной доски позволяет решить проблему построения геометрических фигур и графиков различных функций. Этот процесс становится не утомительным, а увлекательным, на уроке рационально используется время, учащимся очень нравится самостоятельно работать с доской. Чертежи получаются наглядными, аккуратными, красочными, понятными.

С помощью компьютера я стараюсь организовать различные формы проверки: взаимопроверка и самооценка самостоятельных работ с помощью ответов на слайде, звуковые математические диктанты, небольшие контролируемые тесты по проверке домашнего задания и усвоения теоретического материала, защита рефератов и проектов, создание учащимися презентаций.

Обязательны на уроке динамические паузы, дети их очень любят, готовят их сами, с помощью компьютера или просто в устной форме. Наша любимая «Эмоциональная зарядка»:

нахмуриться, как осенняя туча, рассерженный человек, злая волшебница;  
устать, как папа после работы, человек, поднявший груз, муравей, притащивший большую муху;

отдохнуть как турист, снявший тяжелый рюкзак, ребенок, который много потрудился, уставший воин;

улыбнуться, как кот на солнце, Буратино, хитрая лиса, ребенок, который увидел чудо.

Здесь дети могут проявить фантазию, придумывая, что изобразить, а уж тем более как изобразить. Обычно это проходит очень эмоционально и весело.

Информационно-развивающие методы обучения разделяются на два класса:

1. передача информации в готовом виде (лекция, объяснение, демонстрация учебных кинофильмов и видеофильмов и др.);

2. самостоятельное добывание знаний.

Второй класс методов особенно важен в современных условиях, когда перед школой встала непростая задача: подготовить новых граждан к жизни в новом информационном обществе, подготовить их к продуктивной деятельности в новых экономических условиях, подготовить специалистов, способных мыслить и действовать творчески, самостоятельно, нетрадиционно. Поэтому к урокам обобщения и систематизации знаний предлагаю учащимся выполнить проектные и творческие работы: об истории развития этой темы, о применении изучаемого материала в других областях знаний, о математиках и их достижениях и др. Такой вид работы развивает творческие, исследовательские способности учащихся, повышает их активность, способствует приобретению навыков, которые могут оказаться весьма полезными в жизни.

Работа над проектом всегда ориентирована на самостоятельную деятельность учащихся – индивидуальную, парную или групповую, которую они выполняют в течение определенного отрезка времени.

Выполнение проекта складывается из трёх этапов: разработка проекта (выбор темы, целеполагание, определение задач), практическая реализация проекта (создание проекта), защита проекта. Как правило, самым увлекательным во всей работе над проектом является создание проектного продукта.

Первый этап – это поиск информации в энциклопедиях, справочниках, книгах, на электронных носителях, в Интернете, СМИ и т.д. У учащихся формируются умения: использовать справочные издания, работать с информацией, извлекать главное, самостоятельно искать дополнительную информацию, давать оценку сайтам с точки зрения качества представленной информации, систематизировать полученную информацию, корректно ссылаться на использованные источники, делать выводы и умозаключения.

Второй этап непосредственное создание проектного продукта. Здесь ребята обычно проявляют большую активность, действуют самостоятельно, творчески используют прикладные программы и средства ИКТ: текстовые процессоры, электронные таблицы, стандартные программы - Publisher, Excel, Power Point, Paint, Picture Manager, Access, Movie Maker, программы создания видеофильмов, веб-сайтов.

Этап защиты проекта – это серьезное испытание для учащихся, на котором необходимо подготовить презентацию для выступления и проект выступления. Учащиеся изучают требования по компьютерной презентации, структуре и форме речи, поведению во время выступления. Важно, чтобы дети ощутили потребность в их работе, значимость тех продуктов, которые они создали.

Исследовательский проект по структуре напоминает подлинно научное исследование. Он включает обоснование актуальности избранной темы, обозначение задач исследования, обязательное выдвижение гипотезы с последующей ее проверкой, обсуждение полученных результатов.

Каждый мой ученик пробовал свои силы в создании проекта, несколько уроков конце года мы отводим для защиты проектов. Сменное жюри из учеников оценивает работы. Готовые проекты используем для участия в конкурсах и конференциях различного уровня, что является для учащихся «стартом в науку, в жизнь». Два года подряд мои ученики представляли свои проекты на Детском научном конкурсе Фонда Андрея Мельниченко: «Решение логических задач на установление соответствия между элементами различных множеств с помощью графов», 6 класс и «Удивительная степень», 7 класс. С этими работами мы также выступили на городской научно практической конференции в секции «Многообразие математики», заняли первые места. В этом году в конференции участвовали несколько человек из моей группы, у всех призовые места. Кроме этого ежегодно пробуем свои силы в региональной очно - заочной научно-практической конференции «ДИАЛОГ» и межрегиональной научно-исследовательской конференции «НЬЮТОНия»

Очень важны такие формы работы с одарёнными учащимися, как предметные олимпиады, творческие мастерские, творческие конкурсы. Все учащиеся приняли участие в школьном этапе ВсОШ, многие в муниципальном, как по математике, так и другим предметам. Постоянно принимают участие в различных мероприятиях и программах регионального центра выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей и молодёжи «Сириус. Кузбасс». Несколько ребят прошли обучение в рамках интенсивной проектной смены "Космическая программа «Выход на орбиту», приняли участие в «Математическом празднике» и пригласительном этапе всероссийской олимпиады школьников по математике. Используем материалы «Сириуса» для подготовки к ВсОШ.

Учебные программы для обучения одаренных школьников предполагают более глубокое изучение тем, с выходом за рамки изучения традиционных тем. Поэтому учителю необходимо самому переработать множество материала, по

темам, которых нет в школьной программе. При отборе материала к уроку я часто использую следующую литературу и интернет ресурсы:

- Макарычев Ю.Н., Миндюк Н.Г., Нешков И.Е., Феоктистов И.Е. Алгебра для 7 класса с углубленным изучением математики.

- Мерзляк А.Г., Поляков В.М. Алгебра. Учебное пособие для углубленного изучения математики в 7-м классе.

- Мерзляк А.Г., Поляков В.М. Геометрия. Учебное пособие для углубленного изучения математики в 7-м классе.

- Феоктистов И.Е.Дидактические материалы. Учебное пособие для углубленного изучения математики в 7-м классе.

- Гусев В. А..Внеклассная работа по математике в 6-8 классах

- Пыжова Т.А., Лупенко Т.В., Масленникова И.А. Учебное пособие для углубленного изучения математики в 7-м классе.

- Просалов В.В. Геометрия. Задачи повышенной сложности.

- <https://kemsirius.ru/>

- <https://foxford.ru/wiki/matematika/>

- <https://videouroki.net/>

- <https://infourok.ru/>

- <https://blog.tutoronline.ru/>

- <https://interneturok.ru>

- <https://kopilkaurokov.ru/matematika/>

- <https://resh.edu.ru/>

- <https://всеконтрольные.рф/algebra-7-klass-k-8-ugl-s-otvetami/>

- <https://dev.educont.ru/>

- <https://math7-vpr.sdangia.ru/>

- <https://vk.com/public> Методическое объединение учителей математики

### Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 26.12.2017 г. № 1642 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие образования"» // Собрание законодательства Российской Федерации, 2017, № 15, ст. 2211

2. Концепция общенациональной системы выявления и поддержки молодых талантов - URL: <http://kremlin.ru/news/14907> (дата обращения 18.11.2022). - Текст: электронный.

3. «Игровые моменты на уроках математики в 5 и 6 классах» - URL: <https://videouroki.net/razrabotki/organizatsiya-sorevnovaniya-na-urokakh-matematiki.html> (дата обращения 18.11.2022). - Текст: электронный.



УДК 372.881.581 + 81'366.58

**ОБУЧЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СТУДЕНТОВ СИНТАКСИЧЕСКИМ  
ЯВЛЕНИЯМ КИТАЙСКОГО ЯЗЫКА (НА ПРИМЕРЕ ЭФФЕКТА  
ПРОШЕДШЕГО ВРЕМЕНИ)**

П.В. Гибкий<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Минский государственный лингвистический университет, г. Минск*

**Аннотация.** В статье рассматривается один из современных инструментов смешанной формы обучения синтаксису китайского языка (на примере эффекта прошедшего времени) — телеграм-канал.

**Ключевые слова:** формы обучения, китайский язык, преподавание синтаксиса, телеграм-канал, временные отношения, эффект прошедшего времени.

**TEACHING MODERN STUDENTS THE CHINESE LANGUAGE  
SYNTACTIC PHENOMENA (USING THE PAST TENSE EFFECT AS AN  
EXAMPLE)**

P. V. Gibkij<sup>1</sup>

Doctor of Philological Sciences, Professor A.N. Gordey<sup>1</sup>  
Minsk State Linguistic University, Minsk

**Abstract.** The article deals with one of the modern tools of the mixed form of teaching the Chinese language syntax (using the example of the past tense effect) — the telegram channel.

**Key words:** forms of teaching, Chinese language, teaching syntax, telegram channel, past tense effect.

**Введение.** Благодаря росту научно-технического прогресса и развитию методики преподавания, с каждым появляются новые возможности для применения образовательных технологий [1, с. 34] в процессе обучения грамматике иностранных языков (в том числе и синтаксису китайского языка). В настоящее время методика преподавания обогащается новыми методами и технологиями, которые активно используются педагогами в процессе преподавания иностранных языков. В качестве одной из сравнительно новых, но уже достаточно привычных для современных преподавателей и студентов форм организации образовательного процесса выступает смешанное обучение (синтез очного и дистанционного). Как мы считаем, одним из наиболее эффективных и современных инструментов данной формы обучения является телеграм-канал, использование которого позволяет и оптимизировать образовательный процесс на занятии в учебной аудитории, и управлять самостоятельной работой студентов.

**Основная часть.** 30 августа 2022 года, чтобы облегчить поиск учебных материалов, оптимизировать процесс коммуникации между преподавателем и студентами, а также использовать комплексный подход обучения китайскому языку, в Минском государственном лингвистическом университете был создан телеграм-канал «Китайский язык в МГЛУ с Гибким Павлом» [2]. Представлены материалы по следующим дисциплинам китайского языка: «Практический курс перевода», «Практический курс речевого общения», «Практическая

грамматика». 23 октября 2022 года, чтобы сделать процесс обучения теоретическим основам синтаксиса китайского языка более эффективным, был создан телеграм-канал «Китайский язык в срезе современности» [3].

Использование телеграм-канала в процессе преподавания китайского языка имеет следующие преимущества:

1) возможность выкладывать -аудио, видео, текстовый контент в свободном доступе позволяет использовать комплексный подход обучения иностранному языку, и, в частности, синтаксису китайского языка.

2) использование гиперссылок позволяет отображать междисциплинарные связи между предметами, преподаваемыми в ВУЗе.

3) все учебные материалы, необходимые для освоения той или иной дисциплины, находятся в свободном доступе на постоянной основе;

4) использование хэштегов облегчает поиск информации, помогает студентам систематизировать и структурированность приобретенные знания, навыки и умения;

5) наличие постоянного канала обратной связи (студенты могут задавать свои вопросы в комментариях);

6) возможность представления интерактивных заданий в удобной форме (компактных постов на телеграм-канале) повышает мотивацию студентов к изучению иностранного языка.

Поскольку наиболее часто используемыми материалами телеграм-каналов «Китайский язык в МГЛУ с Гибким Павлом» и «Китайский язык в срезе современности» являются флэш-карточки Quizlet и Wordwall, целесообразно рассмотреть алгоритм действий преподавателя и учащихся на занятии «**Эффект прошедшего времени в китайском языке**», составленный с использованием данных интерактивных средств обучения китайскому языку. Примеры и флэш-карточки, рассматриваемые на занятии, расположены на канале «Китайский язык в срезе современности».

### **1. Введение в тему**

Преподаватель даёт студентам следующее объяснение: в китайском языке нет словоизменения, следовательно, морфологические временные, видовременные или видовые категории полностью отсутствуют [4, с. 20], «нет общепринятой классификации категорий глагола» [5, с. 67]. Иными словами, у китайских глаголов (ёгенов в терминологии комбинаторной семантики) нет никаких показателей времени и вида глагола, отсутствуют аффиксы типа 'игр-ал' 'игра-ет' 'будет игр-ать'; 'с-ыгр-ал' 'с-ыгр-ает' или английских 'was play-ing' 'is play-ing' 'will be play-ing' (данные примеры студенты изучают посредством флэш-карточек Quizlet в режиме «Карточки»).

### **2. Объяснение сути теории частей языка**

**2.1 Преподаватель объясняет значение основополагающих понятий теории частей языка на примерах:** «части языка подразделяются на **тайгены и ёгены**. «Под частями языка понимаются «подмножества языковой системы, элементами которых являются знаки с общим предельно абстрактным значением», **субстантивы-тайгены** обозначают индивида:

телефон, шесть, они, **предикативы-ёгены** являются знаками с общим предельно абстрактным значением, обозначающими признак индивида [6, с. 35]: *рост, скакать, зеленый, весело* – примеры демонстрируются студентам на интерактивной доске с помощью флэш-карточек Quizlet).

**2.2 Преподаватель акцентирует внимание студентов на определении индивида:** под индивидом понимается «отдельная сущность в выделенной модели мира» [6, с. 34].

### **2.3 Формирование умения различения индивидов и их признаков**

2.3.1 Студенты открывают флэш-карточки Wordwall по теме «тайгены и ёгены», выбирают режим «Верно-неверно» и выполняют дифференцировочное упражнение следующего типа:

1. Рост – ёген.

А) Верно!

Б) Неверно!

2. Телефон (phone) – тайген.

А) Верно!

Б) Неверно!

2.3.2 Используя флэш-карточки Quizlet, преподаватель демонстрирует студентам изображения, иллюстрирующие предметы и их признаки (например, *棕色的笔记本* ('коричневый блокнот'), объясняя, что *笔记本* ('блокнот') является индивидом (предметом или явлением), а *棕色的* ('коричневый') — его признаком.

2.3.3 Выполнение дифференцированных упражнений

Установка преподавателя: «Какие из слов (*笔记本* ('блокнот'), *棕色的* ('коричневый')) указывают на индивида, а какие — на его признак?

Правильный ответ: «*笔记本* ('блокнот') указывает на индивида, *棕色的* ('коричневый') — на его признак».

**2.4 Составление диалогов с целью вывода в речь изученных лексических единиц и развития навыков диалогической речи**

А: «这是什么?» (Что это? )

Б: «这是笔记本» ('Это блокнот')

А: «这本笔记本怎么样?» ('Какой это блокнот? ')

Б: «这是棕色的笔记本» ('Это коричневый блокнот').

**2.5 Изложение металингвистического значения знаков алфавита синтаксиса (полусуффиксов, модальных частиц и т. д.)**

2.5.1 «Знаки алфавита синтаксиса (полусуффиксы 了 (le), 过 (guo), 着 (zhe), модальные частицы и др.) являются звеньями метаязыка (языка, интерпретирующего другой язык), а не языка, так как указывают на факты языка, а не модели мира [7, с. 20]. В русском языке посредством предлога *в* образуются локативы типа *в шкафу, в гараже, в лодке* не указывает на индивидов, «которые играют «роль локуса в модели мира» [7, с. 20]. К примеру, в предложении *Платье лежит в шкафу* предлог *в* указывает на место, которое занимает индивид (*платье*) в пространстве, но не на него самого.

2.5.2 В китайском языке ёген, в комбинации с полусуффиксом 了(le) / 过(guo) / 着(zhe), «содержит дополнительную информацию о краткости и длительности, о завершенности или незавершенности, о нерезультативности и результативности» процессов в событии [4, с. 39]. Следовательно, данные полусуффиксы, как и другие знаки алфавита синтаксиса обладают служебным, а не самостоятельным значением.

2.5.3 Мы рассматриваем комбинацию полусуффиксов 了(le) как синтаксическое средство создания **эффекта прошедшего времени**, под которым понимается временной промежуток, возникающий между двумя завершёнными процессами в прошлом [8, с. 692]. В качестве иллюстраций студентам предъявляются примеры, отобранные методом случайной выборки из национального корпуса русского языка (китайского параллельного корпуса) [9] и Большого китайско-русского словаря [10]. При этом следует пояснить, что в представленных примерах с «темпоральной конъюнкцией «и затем» один процесс предшествует другому», за счет чего возникает эффект прошедшего времени.

1. Во фрагменте *老邢抓到了青面兽杨志，又让他跑了* (‘Лао Син поймал зеленолицего зверя Ян Чжи и снова позволил ему убежать’) [9] первый процесс (‘поймал’) предшествует второму (‘позволил ему убежать’) в прошлом, что указывает на темпоральную конъюнкцию «и затем». Эффект прошедшего времени создан комбинацией полусуффиксов 了(le). Ёген *抓到* (‘поймать’) и комбинация ёгенов *让* и *跑* (‘поймать’), благодаря наличию полусуффикса 了(le) и модальной частицы 了(la), содержат информацию о завершенности первого и второго процессов в прошлом.

2. Во фрагменте *我已经找到了答案：是女巫利用魔法诱骗了我们*, (‘Я уже нашел ответ. Магия ведьм завлекла нас в ловушку’) [10] первый процесс (‘завлекла нас в ловушку’) предшествует второму (‘нашел ответ’) в прошлом, что указывает на темпоральную конъюнкцию «и затем». Эффект прошедшего времени создан комбинацией полусуффикса 了(le) и модальной частицы 了(la). Ёгены *找到* (‘находить’) и *骗* (‘обманывать’) содержат информацию о завершенности первого и второго процессов в прошлом.

3. Во фрагменте *我们的老熟人卡灵顿——就是在自由镇把我们都骗了的那个——终于不再躲躲藏藏了* (‘Наш общий знакомый Карентан – тот тип, который кинул нас в Вольной Гавани – наконец-то объявился’) [10] первый процесс (‘кинул’) предшествует второму (‘объявился’) в прошлом, что указывает на темпоральную конъюнкцию «и затем». Эффект прошедшего времени создан комбинацией полусуффикса 了(le), модальной частицы 了(la) и знака алфавита синтаксиса 再(zai). Ёгены *骗* (‘обманывать’) и *藏* (‘прятаться’), содержат информацию о завершенности первого процесса и об изменении ситуации в прошлом.

**2.6 Выполнение трансформационных упражнений** (находящихся в следующем посте телеграм-канала), направленных на замену лексических

единиц в представленных фрагментах текстов и составление собственных предложений.

**Обсуждение результатов и заключение.** Таким образом, целесообразность использования телеграм-канала в процессе обучения временным отношениям (как и другим синтаксическим явлениям китайского языка) обусловлена удобством в использовании, наличием постоянного канала обратной связи. Кроме того, представление интерактивных заданий в удобной форме (компактных постов на телеграм-канале) повышает мотивацию студентов к изучению нового материала. Результаты исследования могут быть использованы при составлении учебников и методических пособий по преподаванию синтаксиса китайского языка.

### Список литературы

1. Борщева, В. В. Особенности организации самостоятельной работы учащихся «цифрового поколения» в процессе изучения иностранного языка в вузе / В.В. Борщева // Педагогика и психология образования. 2015. № 2. С. 30-34.
2. Гибкий, П. В. Китайский язык в МГЛУ с Гибким Павлом / П. В. Гибкий. - URL: <https://t.me/gibkit> (дата обращения: 17.11.2022). - Текст : электронный.
3. Гибкий, П. В. Китайский язык в срезе современности / П. В. Гибкий. - URL: <https://t.me/gibkayauka> (дата обращения: 17.11.2022). - Текст : электронный.
4. Гордей, А.Н. Принципы исчисления семантики предметных областей / А. Н. Гордей // Минск: Белгосуниверситет, 1998. 156 с.
5. Гибкий, П.В. Сохранение эквивалентности при передаче значения пассивного залога / П.В. Гибкий // Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования, 2021. Вып. № 4 (33). С. 66-69. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sohranenie-ekvivalentnosti-pri-peredache-znacheniya-kategorii-passivnogo-zaloga-s-russkogo-yazyka-na-kitayskiy-na-materiale-saytov> (дата обращения: 17.11.2022). - Текст : электронный.
6. Гордей, А.Н. Основания комбинаторной семантики / А. Н. Гордей // Слово и словарь сб. науч. тр. по лексикографии. Гродно, 2005. С. 32-35.
7. Гордей, А.Н. Метасемантика языковых категорий / А. Н. Гордей // Вторые чтения, посвященные памяти профессора В. А. Карпова, Минск: Изд. центр БГУ, 2008. С. 19-24.
8. Гибкий, П. В. Эффект временных отношений в китайском языке [Электронный ресурс] / П. В. Гибкий // Студент и наука (гуманитарный цикл) - 2022: материалы международной студенческой научно-практической конференции. Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2022. С. 690 -694.
9. Национальный корпус русского языка. - URL: <https://ruscorpora.ru/> (дата обращения: 16.11.2022). - Текст : электронный.

10. БКРС. - URL: <https://bkrs.info/> (дата обращения: 17.11.2022). - Текст: электронный.

**УДК 37**

## **ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ**

Ю.В. Казанцева

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова»*

**Аннотация.** На современном этапе владение иностранным языком студентом технического вуза необходимо для его дальнейшего профессионального становления, карьерных преимуществ. В статье рассматриваются особенности преподавания иностранного языка в техническом вузе. Выделяются факторы, влияющие на качество обучения иностранному языку. Показана необходимость интенсификации обучения, внедрения индивидуального подхода.

**Ключевые слова:** иностранный язык, иноязычная коммуникативная компетенция, учебная мотивация, профессиональная направленность, интенсификации обучения.

## **FEATURES OF TEACHING FOREIGN LANGUAGES IN A TECHNICAL UNIVERSITY**

Yu.V. Kazantseva

*Rubtsovsk Industrial Institute, branch of Polzunov Altai State Technical University, Rubtsovsk (Russia)*

**Abstract.** Nowadays learning a foreign language by a student of a technical university is necessary for his further professional development and career advantages. The article discusses the features of teaching a foreign language in a technical university. The factors influencing the quality of teaching a foreign language are highlighted. The need for learning intensification and the introduction of an individual approach are shown.

**Keywords:** foreign language, foreign language communicative competence, learning motivation, professional orientation, learning intensification.

Роль иностранного языка в современном мире неоспорима. Язык является важнейшим коммуникативным средством, переоценить важность которого невозможно. Кроме того, иностранный язык, в частности английский, является важнейшим ключом доступа к благам современной цивилизации: доступ к программным продуктам, большинство экономических терминов имеют английскую этимологию, возможность коммуникации с иноязычными специалистами, доступ к специальным литературным источникам, не имеющим перевода на русский язык. Современный выпускник технического вуза должен на достаточно высоком уровне овладеть одним иностранным языком, что в дальнейшем позволит ему углублять полученные знания, совершенствовать коммуникативные умения, использовать навыки в профессиональной деятельности.

А.А Колесник считает, что «Владение иностранным языком — неотъемлемая составляющая образования успешных людей. Данный пункт

сейчас практически всегда можно найти в анкетах отделов кадров государственных и коммерческих организаций. Те, кто, кроме родного языка, знает ещё хотя бы один, производят более благоприятное впечатление на работодателей. Личностное и профессиональное развитие современного человека, не может обойтись без знания иностранных языков. Умение общаться с представителями различных культур способствует развитию кругозора и позволяет подняться по карьерной лестнице, завести полезные знакомства» [1].

И.Г. Мирзоян и Т.В. Магарина полагают, что «изучение данной дисциплины способствует осуществлению гуманитаризации образования, поскольку она позволяет расширить кругозор студентов, повысить уровень их общей культуры и образования, а также культуру мышления, общения и речи» [2].

Таким образом, важность обучения иностранному языку в техническом вузе неоспорима.

Иностранный язык в техническом вузе является неотъемлемой частью подготовки будущего бакалавра. Иностранный язык является дисциплиной обязательной части учебного плана.

Целью преподавания иностранного языка на различных направлениях подготовки является освоение универсальной компетенций: Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах),

Индикатором освоения данной компетенции являются такие показатели, как «Использует устную и письменную формы деловой коммуникации на русском и иностранном языках», «Выполняет перевод текстов с иностранного(-ых) на государственный язык и с государственного на иностранный(-ые) язык(и)», «Использует современные информационно-коммуникативные средства в различных сферах деятельности».

Для успешного освоения данной компетенции студент должен:

- знать принципы построения нормативной устной и письменной речи, уметь грамматически и лексически верно оформлять высказывания на иностранном языке по темам бытовой и общенаучной направленности;

- усвоить достаточно большой объем лексических единиц по темам бытовой и научной направленности, грамматическим материалом, которые позволят ему аргументировано изложить точку зрения на иностранном языке (в устной и письменной речи);

- знать особенности построения диалогической речи, особенности форм обращения в различных сферах деятельности;

- знать принципы перевода иноязычных текстов общекультурной и научной направленности, владеть основными грамматическими явлениями, употребляющимися в текстах;

- уметь использовать иностранный язык на уровне профессионального общения и письменного перевода;

- овладеть основными навыками общения.

Дисциплина Иностранный язык в вузе базируется на предметных результатах, полученных учащимися в результате освоения основной образовательной программы среднего общего образования.

Для освоения универсальной компетенции в вузе студентам необходимо достигнуть порогового уровня иноязычной коммуникативной компетенции: в полном объеме овладеть всеми видами речевой деятельности в области говорения, аудирования, чтения, письменной речи; овладеть языковой, речевой, социокультурной, компенсаторной компетенциями.

В действительности выпускники средней школы, поступающие в технический вуз, как правило, не проходят государственную итоговую аттестацию по дисциплине Иностранный язык. Написание ВПР и ее результаты по английскому языку в 11 классе также, на наш взгляд, не являются достаточно объективной оценкой. Фактические достижения учащихся освоения программы по английскому языку остаются не подтвержденными независимой оценкой.

Таким образом, в большинстве в вуз студенты поступают с очень низким уровнем владения иностранным языком.

Учащиеся владеют небольшим количеством лексических единиц, слабо владеют грамматическим материалом, не владеют диалогической и монологической речью, навыками перевода.

На качество обучения иностранному языку, на наш взгляд, влияют следующие факторы:

1. продолжительность курса обучения;
2. количественный состав студенческой группы
- 3 качество владения языком обучающимися на начальном этапе обучения;
4. качество материальной базы и уровень методического обеспечения учебного процесса по иностранному языку.

Объем дисциплины «Иностранный язык» в вузе составляет 64 часа в течение двух семестров первого года обучения. Этот период является достаточно небольшим для овладения заявленной компетенцией. За столь небольшой срок необходима значительная интенсификация обучения иностранному языку для достижения индикаторов освоения данной компетенции.

Количественный состав студенческой группы для обучения иностранному языку сравнительно небольшой 10-12 человек (одна подгруппа).

Однако, качественный состав группы, т.е. качество владения языком обучающимися на начальном этапе обучения, достаточно разнообразный:

- студенты с высоким уровнем владения языком, освоившие основную образовательную программу средней школы по иностранному языку хорошо и отлично;
- студенты, прошедшие государственную итоговую аттестацию по иностранному языку, вследствие чего имеющие очень высокий уровень владения иностранным языком;



- студенты, поступившие в вуз после освоения образовательной программы среднего профессионального образования, изучавшие дисциплину «Иностранный язык в профессиональной деятельности» и имеющие достаточные знания профессионально направленного обучения иностранному языку;

- студенты, имеющие только начальные знания, или не изучавшие предмет по каким-либо причинам.

Основной задачей на начальном этапе обучения является выравнивание языковой подготовки обучаемых, формирование потребности изучения иностранного языка, повышение мотивации изучения иностранного языка.

На данном этапе необходимо показать значимость иностранного языка для успешности будущей профессиональной деятельности, повышения компетентности будущего специалиста: что многие компании требуют достаточного уровня владения иностранным языком от будущего специалиста. Студенты, владеющие иностранным языком на профессиональном уровне, являются более востребованным специалистами. Они более свободно ориентируются в профессиональной литературе на иностранном языке, у них есть возможность получения стажировки и т.д.

Задача выравнивания языковой подготовки студентов предусматривает краткое введение вводно-фонетического курса: повторение артикуляции звуков, правил чтения, основных грамматических правил. На данном этапе необходимо интенсивное введение и повторение лексических единиц, систематизированных по основным разговорным темам бытового характера. Особое внимание следует уделять обучению различных видов чтения: просмотрового, изучающего, поискового характера; обучать приемам перевода иноязычной информации бытового, научно-популярного и профессионального характера, также использованию различных видов словарей и иноязычных справочников.

В процессе профессионально направленного обучения иностранному языку студенты должны понять важность владения иностранным языком для их будущей профессии: освоить основные лексические единицы профессиональной направленности; уметь читать и переводить тексты общенаучной направленности и профессиональные тексты; находить нужную информацию; используя навыки просмотрового чтения; уметь оформлять диалогическое и монологическое высказывание. При этом необходимо использование методов, обучения, обеспечивающих активную речевую деятельность: интерактивные методы, ролевые и деловые игры, проектная деятельность.

Таким образом, изучение иностранного языка в техническом вузе имеет неоспоримую важность для профессионального становления будущего специалиста, владеющего преимуществами в способного занять место на рынке труда.

Сообразно с условиями обучения иностранному языку, для достижения эффективного результата необходима интенсификация обучения, повышение

мотивации изучения иностранного языка, использование активных методов обучения.

### Список литературы

1. Колесник, А. А. Актуальность владения иностранным языком в современном мире / А. А. Колесник, С. А. Волкова. // Молодой ученый. 2017. № 3 (137). С. 562-564. — URL: <https://moluch.ru/archive/137/38511/> (дата обращения: 09.10.2022). — Текст : электронный.
2. Мирзоян, И.Г. Актуальные проблемы обучения английскому языку в вузе / И.Г Мирзоян, Т.В. Магарина // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. №5. С. 72-77.

УДК 378

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ИЗУЧЕНИЯ ДЕЛОВОЙ КОММУНИКАЦИИ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ В НЕЯЗЫКОВОМ ВУЗЕ

А. Н. Корниенко

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова»*

**Аннотация:** Изучение иностранного языка в неязыковом вузе направлено на развитие способности будущего бакалавра осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на иностранном языке, что требует активного применения дидактических материалов, позволяющих приблизить содержание учебных занятий к реальным ситуациям делового общения. В условиях неязыкового вуза уровень владения иностранным языком у студентов обычно неоднороден, что затрудняет групповую работу с материалами, моделирующими коммуникативную предметно-целевую деятельность, и вызывает необходимость в поиске эффективных подходов к организации указанной работы. Данная статья посвящена применению индивидуального подхода в процессе изучения иностранного языка в техническом вузе, приводятся примеры дифференцированных заданий.

**Ключевые слова:** Индивидуальный подход, дифференциация, иностранный язык, дифференцированные задания, деловое общение.

## INDIVIDUAL APPROACH TO ORGANIZING THE PROCESS OF STUDYING BUSINESS COMMUNICATION IN A FOREIGN LANGUAGE AT A NON-LINGUISTIC HIGHER EDUCATION INSTITUTION

A.N. Kornienko

*Rubtsovsk Industrial Institute, branch of Polzunov Altai State Technical University, Rubtsovsk (Russia)*

**Abstract.** Teaching a foreign language at a non-linguistic university is aimed at developing the ability of a future bachelor to perform business communication in a foreign language, which requires the active use of teaching materials that make it possible to bring the content of training sessions closer to real-life situations of business communication. At a non-linguistic university, the level of foreign language proficiency among students is usually heterogeneous, which makes it difficult to work with materials that model communicative subject-targeted activity in a team, and

raises the need to find effective approaches to organizing this work. This article is devoted to the application of an individual approach in the process of learning a foreign language at a technical university and gives some examples of differentiated tasks.

**Keywords:** Individual approach, differentiation, foreign language, differentiated tasks, business communication.

В соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта изучение иностранного языка в техническом вузе (по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника) связано с развитием способности будущего бакалавра осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на иностранном языке. Для того чтобы приблизить содержание учебных занятий к реальным жизненным ситуациям, в которых реализуется деловое общение, преподаватели иностранного языка включают в учебно-методические комплексы различные учебные и аутентичные материалы: адаптированные и неадаптированные тексты профессиональной направленности, инструкции, статьи из журналов и газет, фрагменты интервью, аудио и видеозаписи выступления профессионалов и т.п.

Очевидно, что язык технического текста и, тем более, аутентичных материалов не является простым, что вызывает определенные трудности в условиях неязыкового вуза, где уровень владения иностранным языком у студентов обычно неоднороден, а зачастую невысок. Однако данную проблему возможно преодолеть, по нашему мнению, посредством применения индивидуального подхода к организации учебной работы.

В педагогической энциклопедии термин «индивидуализация обучения» определяется как особая форма организации учебного процесса, в рамках которой при выборе способов, приемов, а также темпа обучения учитываются «индивидуальные различия обучающихся, уровень развития их способностей к учению» [4]. И. Э. Унт, автор технологии индивидуализированного обучения, трактует индивидуализацию как «учет в процессе обучения индивидуальных особенностей учащихся во всех его формах и методах, независимо от того, какие особенности и в какой мере учитываются» [7, С. 8]. По мнению ученого, специфической целью индивидуализации обучения является совершенствование знаний, умений и навыков каждого ученика, повышение его мотивации к учению, а также развитие его познавательных интересов. Особенности, которые необходимо учитывать при индивидуализации обучения, по мнению И. Э. Унт, включают обучаемость, учебные умения и обученность, познавательные интересы обучающегося, состояние здоровья и свойства его нервной системы.

Индивидуальный подход к организации процесса обучения предполагает использование дифференцированного дидактического материала, разработку заданий и упражнений, различающихся по степени сложности, объема, самостоятельности. Индивидуализация и дифференциация обучения - это взаимосвязанные понятия. Анализируя литературу по проблеме индивидуализации и дифференциации обучения, мы отметили, что оба понятия

базируются на учете индивидуальных особенностей обучающихся в различных формах организации учебной деятельности [1, 3, 5, 6, 7, 8, 9 и др.]. При этом, однако, процесс дифференцированного обучения подразумевает, как правило, разделение обучающихся (по принципу какой-либо присущей им особенности) для обучения по особому учебному плану или специальной программе.

А. Л. Сиротюк, В. В. Фирсов, И. С. Якиманская и др. выделяют также «внутреннюю дифференциацию», то есть уровневую дифференциацию внутри группы. Смысл этой дифференциации, по мнению А.Л. Сиротюк, заключается в том, чтобы «адаптировать учебный процесс к познавательным возможностям каждого ученика, предъявить соответствующие уровню его развития требования, программы, учебники, методы и формы обучения» [6, С. 11]. И. С. Якиманская считает, что внутренняя дифференциация, включающая в себя гибкие формы дифференциации, организуемые педагогом, является наиболее важной для развития индивидуальности учащегося [9, С. 78].

Реализация индивидуального подхода к изучению иностранного языка в вузе требует, как указывалось выше, чтобы в распоряжении преподавателя были учебные материалы, различающиеся не только по уровню трудности, но и по степени автономности, по объему и виду учебных действий. Это позволяет подобрать наиболее подходящие типы заданий для каждого обучающегося.

В своей практике мы используем задания, различающиеся не только по степени сложности, но и по уровню творчества, автономности, по объему и по характеру учебных действий. Так, в процессе работы с текстами профессиональной направленности, к отличительным особенностям которых можно отнести наличие большого количества специфической терминологии, длинных предложений, употребление страдательного залога, неличных форм глагола и сложных конструкций, студентам с низким уровнем языковой подготовки предлагаются более простые задания с наличием образца, упражнения на дополнение, поиск эквивалентов (ответов) в тексте, задания с теоретическими справками. Варианты для более подготовленных студентов предусматривают подбор синонимов (антонимов), задания с множественным выбором, применение лексики в новом контексте, изложение содержания (в устной или письменной формах) с элементами рассуждения (за / против) и др.

Задание на «реконструкцию текста», к примеру, имеет несколько вариантов, различающихся по степени сложности:

- 1) Восстановите текст, сложив его отрывки по порядку;
- 2) Восстановите текст, сложив его отрывки по порядку (один фрагмент лишний);
- 3) Восстановите два текста, сложив их перемешанные отрывки по порядку.

В процессе изучения иностранного языка в нашем вузе широко используются материалы газет и журналов (электронных в том числе), работа с которыми также предусматривает индивидуализированные задания [2]. Например, базовый вариант задания «Соотнесите статью с определенной рубрикой», имеет следующие модификации по степени сложности:

«Определите и перечислите структурные элементы текстов данной рубрики», «Напишите короткий текст для данной рубрики, соблюдая установленный порядок изложения». Последний из перечисленных вариантов также характеризуется высоким уровнем продуктивности.

Процесс делового общения невозможно представить без диалогической речи, в которой каждый из участников выступает поочередно в роли говорящего и слушающего. Применение дифференцированных заданий для развития навыка диалогической речи у будущих бакалавров, согласно нашим наблюдениям, позволяет повысить эффективность овладения ими данного навыка. Приведем примеры таких заданий (по нарастанию уровня сложности (продуктивности)).

**1. Read and act the dialogue (Прочтите диалог и разыграйте его):**

- Brown and Summerson. James Summerson speaking.
- Hi, James. It's Jacob.
- Hi, Jacob! How is it going?
- Not bad. Our recent sales figures are pretty good.
- Glad to hear that.
- Listen, James. I'm calling to know if you could come to the office next week. Say, Tuesday? There are a few issues I'd like to go over with you.
- Tuesday? No, sorry, I'm very busy on Tuesday, I'm afraid. What about Wednesday afternoon? At, say, 3 p. m.?
- Yes, that sounds good, Wednesday at 3. So, James, I'll see you then. Have a nice weekend!
- Glad to be of service. Bye.

**2. Find in the dialogue English equivalents for the following (Найдите в тексте английские эквиваленты для следующих сочетаний):**

Как идут дела?; последние данные о продажах; я звоню, чтобы узнать; несколько вопросов ... ..

**3. Re-order some mixed-up phrases from the conversation so that they make sense (Измените порядок фраз из разговора так, чтобы они имели смысл):**

- It's Janet Sanderson speaking.
- Just a minute, Mr. Brown. I have to check my diary... Well, Wednesday or Thursday will be alright. Which day do you prefer?
- Yes. I am a little busy in the afternoon, but I will be available in the morning.
- That suits me fine.
- Well... Is it possible to meet at 11, instead?
- Good afternoon. May I speak to Ms. Janet Sanderson, please?
- Yes, it sounds perfect to me too. So, I'll see you in my office on Thursday at 10.
- Thank you, Ms. Sanderson. Good-bye.
- Would 10 a.m. be convenient for you?
- Ah, Wednesday is going to be a little difficult. I'd prefer Thursday, if that's alright with you.

- Glad to be of assistance. Goodbye!

- Hello, Ms. Janet Sanderson. This is Claude Brown, a lawyer from the company R&G. I'd like to know if I can see you in your office this week. It's quite a pressing issue.

**4. Fill in the gaps with missing remarks** (Заполните пропуски пропущенными репликами):

- 1) Could you come by the office next week? – ... ..
- 2) Is 3pm a good time for you? – ... ..
- 3) ... ..? – Yes, that suits me fine.
- 4) ... ..? – No, I'm busy then.
- 5) Thank you, Ms. Sanderson. Good-bye. – ... ..
- 6) Would Friday suit you? – ... ..
- 7) What about Monday at 9.30? – ... ..
- 8) Are you free next week? – ... ..
- 9) ... ..? – I'm afraid I can't on the 3<sup>rd</sup>. What about the 6<sup>th</sup> ?

**5. Try a quiz** (Пройдите тест):

1. ... Monday suit you?  
a) Is      b) How      c) Would
2. ... does Monday sound to you?  
a) How      b) What      c) When
3. Is 10 a.m. a good ... for you?  
a) date      b) hour      c) time
4. What about ... next week?  
a) to meet      b) meet      c) meeting
5. Is next Tuesday ...?  
a) available      b) convenient      c) sound good
6. I'm afraid I can't meet next Tuesday. ... Thursday?  
a) How about      b) Is convenient      c) Does suit
7. Next Wednesday would be ... .  
a) perfect      b) suit      c) acceptable
8. I'm afraid I can't ... it next Tuesday.  
a) make      b) meet      c) suit
9. Something urgent has ... .  
a) come to      b) come up      c) turned up
10. Can we ... another time?  
a) fix      b) meet      c) suit

**6. You have to arrange a meeting with a colleague to discuss your ideas on buying new computing equipment for the office. It is very urgent as you must report to the boss at the end of the week. Phone the colleague and find a suitable time to meet** (Вам необходимо договориться о встрече с коллегой, чтобы обсудить ваши идеи по покупке нового компьютерного оборудования для офиса. Это очень срочно, так как вы должны сообщить об этом боссу в конце недели. Позвоните коллеге и найдите подходящее время для встречи).

Для того чтобы студенты с различной степенью подготовленности

успешно овладевали навыками делового общения на иностранном языке, им поэтапно предлагаются задания различной степени трудности, исходя из оценки начального уровня их знаний. Справляясь с одним уровнем заданий, обучающиеся переходят к выполнению заданий следующего уровня. Студенты с высоким уровнем подготовки получают особые задания для продуктивной самостоятельной работы: выполнение упражнений с элементами творчества, задания, связанные с поиском дополнительной информации по теме на иностранном языке или работа над проектом.

Так, индивидуальный подход к организации процесса изучения деловой коммуникации на иностранном языке позволяет организовать работу с учебно-дидактическими материалами с учетом неоднородного уровня иноязычной подготовки студентов в условиях неязыкового вуза, что, по нашему мнению, делает такую работу более эффективной.

### Список литературы

1. Гердо, Н.В. Отличительные особенности дифференциации и индивидуализации обучения в современных условиях / Н.В. Гердо // Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева. 2012. № 1 (73). Ч. 2. С. 42-47.
2. Корниенко, А.Н. Индивидуальный подход к организации работы с материалами иноязычной газеты в неязыковом вузе // Опыт создания и реализации технологических инноваций в образовании: материалы Междунар. науч.–практ. конф. (Чебоксары, 27 окт. 2017 г.) / редкол.: Л.А. Абрамова [и др.] – Чебоксары: ИД «Среда», 2017. С. 120-123.
3. Ларкина, А.С. Особенности индивидуализации и дифференциации в иноязычном образовании на начальном этапе обучения / А.С. Ларкина // Среднее профессиональное образование. 2013. № 4. С. 43-44.
4. Педагогическая энциклопедия : в 2-х т. – Т. 2. / под ред. И. А. Каирова, Ф. Н. Петрова. – М.: Советская энциклопедия, 1964. – 912 с.
5. Решетова, Т.Я. Психологические аспекты реализации индивидуального подхода в процессе обучения в вузе / Т.Я. Решетова // Вестник МГЛУ. Образование и педагогические науки. 2021. Вып. 4 (841). С. 164-179.
6. Сиротюк, А.Л. Психофизиологические основы дифференцированного обучения школьников: учебное пособие / А.Л. Сиротюк. – М.: Директ-Медиа, 2014. – 292 с.
7. Унт, И. Индивидуализация и дифференциация обучения / И. Унт. – М.: Педагогика, 1990. - 192 с.
8. Фирсов, В.В. Дифференциация обучения на основе обязательных результатов обучения / В.В. Фирсов. – М., 1994. – 194 с.
9. Якиманская, И.С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе / И.С. Якиманская. – М.: Сентябрь, 1996. – 96 с.

УДК 378:130.2

## ЯЗЫК КАК ОСНОВА КУЛЬТУРЫ И СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИЙ ЭЛЕМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ

М.Б. Красильникова

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова»*

**Аннотация.** В статье обсуждаются проблемы взаимной обусловленности языка и культуры, влияние качества языка на культурные процессы, на сферу образования в том числе. В связи с этим рассмотрена взаимосвязь экологии языка и экологии культуры.

**Keywords:** язык, картина мира, экология языка, экология культуры, образование.

## LANGUAGE AS A BASIS OF CULTURE AND A STRUCTURAL FORMING ELEMENT OF EDUCATION

M.B. Krasilnikova

*Rubtsovsk Industrial Institute, branch of Polzunov Altai State Technical University, Rubtsovsk (Russia)*

**Abstract.** The article discusses the problems of mutual conditioning of language and culture, the influence of the quality of the language on cultural processes, including the sphere of education. In this regard, the relationship between the ecology of language and the ecology of culture is considered.

**Ключевые слова:** language, picture of the world, ecology of language, ecology of culture, education.

На сегодняшний день существует достаточно большой корпус работ, в которых речь идет о первостепенном значении языка для становления и существования культуры. В современных условиях эта проблематика актуальна как никогда. Соотношение и взаимосвязь языка, мышления и культуры стали сегодня предметом осмысления филологов, культурологов, философов и даже политологов. Стоит отметить, что и сфера образования, включенная в целостную систему культуры, также во многом определяется процессами, происходящими в области языка. Можно выделить несколько наиболее значимых блоков, образующих проблемное поле рассматриваемой тематики. Во-первых, это взаимная обусловленность языка и культуры, далее – проблема экологии языка в современных условиях, и, наконец, осмысление языка как структурообразующего элемент образования. Обращение к последнему блоку видится невозможным без обращения к двум предыдущим.

Идея существования специфических языковых картин мира, национально и культурно обусловленных, берет свое начало от трудов Гумбольдта. Он показал, что за различиями языковых форм стоят культурно обусловленные различия в способах восприятия действительности, способах мышления народов. Гумбольдт утверждает мысль о том, что разные языки – это не только различные обозначения одной и той же вещи, но, что гораздо важнее, различные ее видение, причем определяются эти различия культурными, национальными основаниями. Уникальность культуры, ее своеобразие



отражаются в языке. Вместе с тем Гумбольдт указал на то, что человек рассматривает мир сквозь призму родного языка – восприятие мира во многом определяется тем, как преподносит это язык. Ключевая идея ученого заключается в том, что он одним из первых осмыслил язык как «совокупную духовную энергию народа», увидел в нем первооснову бытия культуры и человека включенного в эту культуру. Мир, окружающий человека, полагает Гумбольдт, есть «...именно тот мир, в который нас помещает язык, на котором мы говорим». Выходя из этого мира, человек неизбежно переходит в другой: «Каждый язык описывает вокруг народа, которому он принадлежит, круг, откуда человеку дано выйти лишь постольку, поскольку он тут же вступает в круг другого языка» [1, с.78–81].

В отечественной научной мысли проблематика взаимной обусловленности языка и культуры разворачивалась в творчестве А.Лосева, А. Потебни, М.Бахтина, Д.С.Лихачева. Д.С. Лихачев писал: «Национальный язык в потенции – как бы “заместитель” русской культуры... Ощущение языка (и мы бы сказали концептосферы русского языка) как своего рода концентрации духовного богатства, своего рода знамени духовного богатства культуры в целом было в высшей степени свойственным особенно чутким к русскому языку поэтам» [8, с. 284].

В ряде работ современных авторов языковая картина мира рассматривается как каркас культуры, ее ценностей и глубинных установок. Общая направленность исследовательской мысли может быть представлена как утверждение первостепенного значения языка для существования и развития культуры.

Язык отражает принципы мировосприятия, понимание мироустройства, свойственное той или иной культуре. Исследование языковой картины мира, предпринятое группой современных отечественных ученых, позволяет выявить то, как язык «заставляет» видеть мир, как совокупность представлений о мире, заданная в языке, складывается в единую систему взглядов, принятых всеми [2, с. 9 –10]. Языковая картина мира формируется на основе ключевых концептов. В ней фиксирует способ мировосприятия, совокупность представлений о мире, закрепленных в значении слов и высказываний, формирует единую ценностную систему миропонимания. Однако есть и обратное воздействие языка на культуру: именно язык ее «проговаривает», хранит и образует символические элементы, которые являются базовыми для культуры в целом. Таким образом, языковая картина мира формируется системой ключевых концептов, ключевых идей, но она же их репрезентует, транслирует обществу, сохраняя эту систему.

Размышляя о взаимной обусловленности языка и культуры, С.Г.Тер-Минасова приходит к следующим выводам: «... правильное говорить не о соотношении часть-целое, язык часть культуры, а о взаимопроникновении, взаимосвязи и взаимодействии» [11, с. 39].

А.В. Кравченко утверждает, что языковая деятельность индивидов и общества есть «проявление культуры, способ и форма ее существования» в историческом и эволюционном масштабах [3, с. 360–361]. Автор рассматривает

язык как важнейший экзистенциальный фактор, который определяет как условия, так и направление социокультурного развития. Недооценка роли языка при таком его понимании чревата рядом негативных последствий для общества. Стоит отметить, что речь идет не только о падении общего уровня грамотности и культуры речи, но о более драматичных последствиях, связанных с изменениями в культуре, социуме [4, с. 27].

Формирующаяся сегодня глобальная цивилизация характеризуется непредсказуемостью, турбулентностью, деформацией культурных архетипов. Глобальная цивилизация задает векторы изменения языковой сферы и формирует блок языковых и культурных проблем, среди которых исследователи выделяют снижение роли национальных языков на их собственной традиционной территории, ослабление связи между языком и культурной идентичностью, нарушение равновесия в международном использовании языков [9, с. 29].

В ситуации становления глобальной цивилизации и принесенных ею проблем сформировалась эколлингвистика – экология языка, представляющая собой направление в теории и практике языкознания, связанное с изучением факторов, негативно влияющих на качество языка, с изысканием способов и путей преодоления этих факторов и совершенствованием практики речевого общения. Безусловно, экология языка должна лежать в основе языковой политики государства в сферах образования, массовых коммуникаций и т.д., поскольку качество состояния языка является одним из важнейших показателей культурного благополучия общества [10]. Цель экологии языка – защита безопасности языка как феномена культуры. Речь идет о двух видах безопасности: внутренней и внешней. Внешняя безопасность определяется рядом факторов существования языка (правовыми, экономическими, социальными) и его положением во взаимодействии с другими языками, в том числе и с гиперцентральной (английским) языком.

Поскольку взаимодействие с иной культурой, приобщение к ней осуществляется главным образом через язык, то именно через языковые практики, свойственные этой культуре, происходит включение иной системы ценностей. Здесь возможно как противостояние ценностно-смысловых установок, с сохранением свойственных культуре концептов, так и вытеснение «своего» с постепенной заменой «иным». Сегодня исследователи говорят о тревожной тенденции: в современном российском обществе наблюдается отход от традиционной системы и принятие «иной» (англо-американской) системы ценностей, причем в деформированном ее варианте [3, с. 361].

Безусловно, языки и культуры тесно взаимодействуют в современном глобализирующемся мире. Но необходимо понимать, что активные заимствования западных языковых концептов способны вносить изменения в определенные зоны русской языковой картины мира, составляющие ее национальную специфику о чем предупреждают сегодня исследователи [13, 20–21]. Негативные последствия этого для национальной культуры очевидны.

Внутренней безопасностью языка как культурного феномена должна обеспечиваться, в первую очередь, деятельностью по сохранению литературной нормы языка (в сфере публичной коммуникации и в СМИ; в сфере политики, образования и т.д. Сохранение языка, ценностно и семантически заряженного, есть условие сохранения культуры. Снижение «качества» языка связано с утратой культурно-ценностных ориентиров, размыванием культурной идентичности. Нельзя не признать и того, что задача защиты и сохранения языка в современном обществе должна быть частью государственной политики [4].

Исследования в области экологии языка позволили дать определение «больного языка» – это «функционально слабый язык или язык, функциональный статус которого демонстрирует определенную степень неблагополучия (узость сфер употребления, небольшой объем функционирования языка в этих сферах, низкая численность носителей языка, интенсивное влияние другого, функционально более мощного языка и пр.), что в перспективе может привести к угрозе исчезновения языка» [14, с. 22]. Неблагополучие языка свидетельствует о неблагополучии общества. Небрежное отношение к качеству языка чревато серьезной опасностью его деформации и, соответственно, деформации культурной.

Таким образом, экологии языка решает задачи экологии культуры в целом, а культурная среда, в свою очередь, как это было отмечено Д.С. Лихачевым, есть основа «духовной оседлости» народа, его самоидентификации. В созданной группой ученых Декларации прав культуры (Статья 4) подчеркивается значение языка для экологии культуры: «Культура каждого народа имеет право на сохранение своего языка как основного средства выражения и сохранения духовно-нравственного своеобразия нации, формы бытования национального самосознания, как носителя культурных норм, ценностей, идеалов» [7, с. 503].

Языковая ситуация современного российского общества является отражением общей социокультурной ситуации. Она фиксирует в себе комплекс проблем: снижение общей грамотности, упрощение языка, формирование клипового SMS-языка, воздействие гиперцентрального (английского) языка и т.д. Наблюдаемые сегодня упрощение языка есть одновременно следствие общей социокультурной ситуации и предпосылка к последующему упрощению культуры.

Социокультурная идентификация входит в число задач образовательного процесса. Потеря культуры использования языка в образовательном пространстве чревато снижением общего уровня культуры и уровня образования в целом. Низкий уровень языковой культуры не способствует получению полноценного высшего образования, однако возможны и более серьезные последствия современного культурно-речевого кризиса: в сознании носителей языка меняется представление об эталоне речи, деформируется система ключевых концептов, ценностей культуры, размываются основы культурной и национальной идентичности.

Формирование «человека говорящего», владеющего словом, (и, соответственно, мыслящего, так как язык и мышление взаимообусловлены), человека, включенного в концептосферу русского языка, есть высшая задача образования. Осуществление ее возможно только при успешной реализации гуманитарной составляющей образования. Вместе с тем современность характеризуется изменением критериев оценки образования как такового, уклоном в сторону его «полезности». В современном прагматично ориентированном мире образование как социальный институт трансформируется в сферу образовательных услуг, выдающей на «выходе» образовательного процесса социально успешного, владеющий компетенциями (навыками) и соответствующего запросам рынка выпускника. Но, поскольку рынок диктует условия экономного производства «продукта», складываются представления о «избыточности» социально-гуманитарного знания в образовательном процессе [6, с.19]. Гуманитарный комплекс с его задачей «понимания» и интерпретации современности представлен в усеченном варианте и оказывается маргиналом образовательного процесса, о чем уже приходилось писать [5]. Соответственно и речевая, дискурсивная практика, позволяющая владеть словом и развивать рефлексивное мышление, не может быть полноценной.

По мысли Д.С. Лихачева, качество языка, его состояние определяет богатство «культурного осознания мира», свойственного тому или иному обществу [7, с. 27]. Ученый отмечает, что обращение к русской литературе XIX и начала XX века показывает, какую широкую образованность предполагали (и находили) в своих читателях творцы того времени. Автор подчеркивает масштабность российской «культуросферы» [7, с. 29]. Задача современного образования – сохранить это культурное богатство, не растерять его. Способность носителей языка осваивать культуросферу через языковые концепты, способность активно использовать эти концепты есть залог сохранения культурной идентичности и культуры как таковой.

Снижение общего уровня речевой культуры современного общества чревато деформацией культуры в целом, искажением, нивелировкой ее ценностно-смысловых установок. Вместе с тем, к сожалению, этот процесс наблюдается сегодня во всем образовательном пространстве – от школьного, до университетского. Эта проблема не решаема без внятной государственной политики в сфере образования в целом и в области гуманитарного знания в частности.

### **Список литературы**

1. Гумбольдт, Вильгельм фон (1767-1835). Избранные труды по языкознанию / Вильгельм фон Гумбольдт // Пер. с нем. под ред., с предисл. [с. 5–33, и примеч.] Г. В. Рамишвили. – Москва : Прогресс, 1984. –397 с.
2. Зализняк, А.А. Ключевые идеи русской языковой картины мира / А.А. Зализняк, И.Б. Левонтина, А.Д. Шмелев // Сб. ст. – М.: Языки славянской культуры, 2005. – 544 с.

3. Кравченко, А.В. О вреде структурализма для здоровья общества: язык как экологическая ниша человека / А.В Кравченко // Экология языка и коммуникативная практика. 2016. № 1. С. 354–370.

4. Кравченко, А.В. Экология языка и языковая политика / А.В Кравченко // Актуальные проблемы филологии и педагогической лингвистики. 2011 № 13. – С.24-29. – URL: [https:// cyberleninka.ru/article...ekologiya-yazyka...politika](https://cyberleninka.ru/article...ekologiya-yazyka...politika) (дата обращения 4.10.2022). - Текст : электронный.

5. Красильникова, М.А. Гуманитарное знание в хронотопе переходности : зачем гуманитаристика в «смутные времена»? / М.А. Красильникова. - URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2019/1/articles/4\\_3.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2019/1/articles/4_3.pdf) (дата обращения 10.10. 2022) . - Текст : электронный.

6. Красильникова, М.Б. Гуманитарные обретения и гуманитарные потери современного образования / М.А. Красильникова // Философские, социологические и психолого-педагогические проблемы современного образования: материалы III Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции, г. Барнаул, 19-20 ноября 2021 г. / под науч. ред. В. А. Скопы. – Барнаул : АлтГПУ, 2021. Вып. 3. – 344с.

7. Лихачев, Д. С. Избранные труды по русской и мировой культуре / Д. С. Лихачев. – 2-е изд., перераб. и доп. / сост. и науч. ред. А. С. Запесоцкий. – СПб. : СПбГУП, 2015. –540 с.

8. Лихачев, Д.С. Концептосфера русского языка / Д. С. Лихачев // Русская словесность: от теории словесности к структуре текста: антол. / Ин-т народов России [и др.]; под общ. ред. В. П. Нерознака. – М., 1997. С. 280–287.

9. Марусенко, М. А. Эволюция мировой системы языков в эпоху постмодерна : языковые последствия глобализации / М. А. Марусенко.– М.: Изд-во ВКН, 2015. – 496 с.

10. Сковородников, А.П. Экология современного русского языка и роль средств массовой информации в этом процессе (тезисы) / А.П. Сковородников. - URL: [https:// gazeta.sfu-kras.ru/node/307](https://gazeta.sfu-kras.ru/node/307) (дата обращения 3.10.2022) . - Текст : электронный.

11. Тер-Минасова, С.Г. Язык и межкультурная коммуникация / С.Г.Тер-Минасова. – М.: Слово, 2000. – 262 с.

12. Трошина, Н. Н. Экология языка: аналит. обзор / Н. Н.Трошина // РАН. ИНИОН. Центр гуманит. науч.-информ. исслед. Отд. языкознания: Редкол.: Опарина Е. О., Раренко М. Б. – М., 2020. – 54 с.

13. Шмелев, А. Д. Русская языковая картина мира: системные сдвиги / А. Д. Шмелев. - Мир слова 2009. №4. С. 14-21.

14. Экология русского языка: словарь лингвоэкологических терминов / автор-сост. Сковородников А. П. – М.: Флинта, Наука, 2017. – 384 с.

УДК 371.7

## СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЯ УЧАЩЕЙСЯ МОЛОДЁЖИ СРЕДСТВАМИ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

О.Ю. Малозёмов

*Уральский государственный медицинский университет*

**Аннотация.** В статье освещаются проблемы мотивации студентов к физкультурной деятельности, восприятия здоровья, мотивов здоровья и основных стресс-факторов, структуры основных жизненных ценностей, ценностных ориентаций студентов в сфере двигательной активности и в методах, направленных на здоровьесбережение.

**Ключевые слова:** Здоровьесбережение, самореализация, жизнеобеспечивающие ценности молодёжи, мотивация двигательной деятельности, мотивы здоровьесбережения.

## SOCIO-PSYCHOLOGICAL PROBLEMS OF HEALTH SAVING OF STUDENTS BY MEANS OF PHYSICAL CULTURE

O.Y. Malozemov

Ural State Medical University

**Annotation.** In the article the problems of the students' motivations of physical training activity, of the health perception, health motives and basic stress-factors, the structure of the basic vital values, the value orientations of the students in the sphere of the motive activity and in the methods aimed at bringing up healthy are reported.

**Key words:** health-saving, self-realization, basic vital values of the youth, motivations of physical training activity, health-saving motives.

**Введение.** Ситуация, сложившаяся со здоровьем населения, социальные процессы и явления, выступающие неблагоприятными факторами для здоровья, многократно излагаются и обсуждаются на различных общественных уровнях. Однако ещё в 1990 году И.И. Брехман писал, что само понятие «здоровье» с давних пор и до нашего времени не имело конкретного научного определения [1]. Видимо поэтому так много (насчитывают до 300) определений, характеризующих данный индивидуальный и социальный феномен. Здоровье на бытовом уровне, как правило, слабо дифференцируется, не имеет чётких границ, расплывчато в отличие от состояния болезни. Оно воспринимается индивидуально в основном на уровне общего самочувствия с соматической стороны, в лучшем случае – с психо-соматической. В основном на нём заостряют внимание, когда оно уже нарушено. Между тем, здоровье это не надуманная кем-то эфемерная человеческая категория, а вполне конкретный, реальный (особенно в ситуации его дефицита), многомерно развивающийся человеческий феномен. Поэтому воспринимать здоровье однобоко, одномерно считаем неправильным. Это допустимо лишь при изучении отдельных его составляющих, да и то в рамках конкретного дискурсивного подхода.

Сохранить многомерный человеческий феномен – здоровье, можно только воспринимая и воспитывая ребёнка, молодого человека в той же степени многомерной системой. Но в современном мире многомерная сущность

человека почти не востребована обществом, с трудом вписывается в жёсткие рамки бюрократических или технологических структур [2]. Современное государство заинтересовано в формировании человека, способного эффективно выполнять строго определённые функции по поддержанию деятельности данных структур или процессов. Этой цели подчинены образовательная сфера, формы идеологического воздействия на личность, определённые традиции, стереотипы и др. В рамках холистического (целостного) подхода к пониманию здоровья и ориентируясь на одну из его моделей – антропоцентрический социокультурный эталон [3], о сохранении здоровья можно говорить только лишь в условиях раскрытия всех потенциалов человека, всесторонней самореализации и гармоничной его включённости в человеческое сообщество в течение всей жизни. В тоже время появляется всё больше односторонних, одномерных людей, а значит, в своей основе – людей нездоровых. Налицо острое противоречие между вечным стремлением человека реализовать себя как целостную многомерную, многостороннюю личность, и программами, исходящими от современного социума, делающими его односторонним. Под давлением этих программ, условий многие люди утрачивают свою личность [2], индивидуальный потенциал (подлинную самость) и выбирают ложные пути самореализации или отказываются от стремления стать более гармоничными, всесторонними, то есть здоровыми. Иными словами – самореализация человека (тем более молодого) сдерживается искусственно, многие высшие потребности блокируются, и в целом отсутствует социальный заказ на здоровую личность. Кроме того, следует сказать, что принятая в нашем обществе идеологическая направленность на индивидуализм, конкурентность во многих сферах деятельности усиливает разницу между людьми в потенциале и показателях их индивидуального здоровья, умении сохранять его в течение жизни. В погоне за факторами внешней успешности человек (тем более молодой, растущий) может не замечать собственного износа, психофизических перегрузок, потери здоровья. Поэтому самореализация, если таковая имеет место, оказывается зачастую односторонней и здоровьезатратной.

Многие авторитетные исследователи связывают проблему сохранения здоровья с собственной активностью человека по его поддержанию, с самодостаточным типом валеустановки, с особой ролью сферы физической культуры личности. В нашем понимании физическая культура обеспечивает удовлетворение как низших, так и высших потребностей. Она помогает человеку понять, что низшие потребности это ещё не всё (но это база для всего), а обладание высшими потребностями без основы здоровья (психофизического благополучия) тоже бесперспективно. Мотивы заниматься физкультурно-оздоровительной деятельностью зачастую индивидуальны, избирательны и достаточно разнообразны. Однако в этом аспекте важно то, что человек, обращающийся к улучшению своей внешней социальной привлекательности, двигательных качеств, соматического состояния посредством данной деятельности уже находится на пути всестороннего оздоровления. Физкультурная деятельность по своей сути является

действенным способом саморегуляции психического состояния, и зачастую первоначальные мотивы соматического оздоровления сменяются следующими, приводящими человека к существенным личностным трансформациям, к изменению его мировоззрения, его жизнедеятельности, наконец, судьбы. Подняться над конкретной жизненной ситуацией (зачастую стрессогенной и здоровьезатратной), не действовать спонтанно и необдуманно в режиме оперативной рефлексии, сделать свою жизнь и деятельность более содержательной и полнезависимой в социальном смысле – удел не многих. Но именно в этом суть личностного самооздоровления. Феноменологические описания здоровых, долгоживущих, активных, социабельных личностей в истории говорят именно об этом. Однако до таких глобальных самоизменений молодому человеку (девушке), как правило, ещё далеко. Молодёжь зачастую в своей жизни больше руководствуется ситуативными факторами.

В связи с этим возникает острая необходимость лучше узнать мотивационно-потребностную сферу учащейся молодёжи в сфере оздоровления, имея в виду, один из основных здоровьесберегающих компонентов – физическую культуру личности.

**Обсуждение результатов.** Наши исследования в сфере здоровьесбережения молодёжи средствами физкультурной деятельности содержат следующие компоненты: 1) исследования основных жизнеобеспечивающих ценностных ориентаций, имиджеобразующих ценностей, 2) исследования по восприятию феномена здоровья человека и мотивов его сохранения, 3) исследование основных негативных стресс-факторов, 4) исследования предпочтений и отношения в физкультурно-оздоровительной сфере. Для этого нами на обширной молодёжной выборке были проведены социально-психолого-педагогические исследования в форме анкетирования. К ним привлекались различные социально-возрастные категории учащейся молодёжи (старшие школьники, курсанты военизированных учебных заведений, студенты гражданских вузов).

Выявлено, что молодёжь уделяет здоровью с позиций основных общечеловеческих (терминальных) ценностей первостепенное значение. Далее по значимости находятся ценности социального, коммуникативно-адаптивного плана. Рассматривая здоровье как сложный социокультурный феномен, с аксиологической позиции такое отношение молодёжи к нему как к универсальной человеческой ценности факт, безусловно, положительный и обнадеживающий. Однако, при исследовании образа современного юноши (девушки) обнаруживается, что его основу составляют социально-психологические качества и характеристики, а не физические. Выявлено интересное обстоятельство – во всех исследованных категориях учащейся молодёжи (независимо от половой принадлежности) личностное качество «уверенность в себе» имеет наиболее высокий ранг значимости. Далее наиболее значимыми являются «самостоятельность, независимость» и «общительность, коммуникабельность». Более того, все представительницы женского пола из предложенных на рассмотрение имиджеобразующих качеств «физическую



силу, выносливость» поставили на последнее место. Если сопоставить результаты исследований «имиджа» и основных жизнеобеспечивающих ценностей молодёжи на предмет выяснения места здоровья, то обнаружилось явное снижение его значимости при переходе с теоретико-идеализированного, философского уровня на реальный социально-бытовой уровень. Быть уверенным в себе, чувствовать себя активным, успешным, самостоятельным, коммуникабельным, независимым для молодого человека (девушки) в реальных жизненных условиях более важно, нежели иметь хорошее здоровье.

В связи с вышесказанным закономерен вопрос о восприятии молодёжью феномена «здоровье». Поэтому, были проведены исследования по выявлению факторов, критериев важных для здоровья, и факторов, важных для реальной жизни, причём список был один и тот же. Результаты показали, что в списке наиболее репрезентативных здоровьеобразующих критериев находятся в основном те, которые характеризуют физическую (соматическую) сторону здоровья. Это – полноценный сон, сбалансированное питание, отсутствие хронических заболеваний, хорошие экологические условия, высокая двигательная активность, закаливание организма, физическая сила, выносливость. Наиболее значимыми критериями, важными для реальной жизни, во всех исследованных выборках (независимо от половой принадлежности) выявились критерии, относящиеся к социально-психологическим компонентам здоровья: хорошее материальное положение, хорошее образование, уверенность в себе, коммуникативность, умение общаться, хорошие отношения в семье, психологическая, эмоциональная устойчивость, работа, хобби, приносящее удовольствие. Таким образом, обнаружено, что доминанта восприятия феномена «здоровье» смещена в область телесной, соматической её составляющей, а в реальных жизненных условиях снова актуализируется комплекс критериев, относящихся к социально-психологическим компонентам здоровья.

Наиболее репрезентативными мотивами иметь здоровье оказались: полноценная жизнь, не болеть, быть счастливым, долго жить, здоровье собственных детей, добиться успеха, достижение своих целей, быть уверенным и независимым. Среди значимых неблагоприятных для здоровья стресс-факторов большинство также относится к социальным и психическим стрессорам.

В вопросе ценностного отношения к физкультурно-оздоровительной деятельности нужна бóльшая дифференциация относительно категорий учащейся молодёжи, поскольку особенности будущей профессиональной деятельности в данном случае имеют значение. Поэтому на примере представителей студенчества, имеющих к физической культуре и спорту прямое профессиональное отношение (Института физической культуры УрГПУ), представим полученные данные по уровню и особенностям восприятия физкультурно-оздоровительной деятельности. Исследованная выборка состояла из студентов 1-5 курсов, общая численность – 276 респондентов: 169 юношей, 105 девушек.

На вопрос «Считаете ли Вы, что физическая культура это ..?» большинство определили данный культурный феномен как средство поддержания здоровья, на втором месте – физическая культура как образ, стиль жизни, на третьем – как учебный предмет. Студенты в основном считают, что количество практических занятий по физической культуре нужно увеличить. Подавляющее большинство выразили мнение о том, что занятия по физической культуре способствуют их психофизическому и эмоционально-нравственному развитию. Более всего в учебных занятиях по физической культуре студентов привлекает улучшение своих двигательных показателей; на втором месте по значимости – возможность отвлечься от других проблем; на третьем – общение между собой на занятиях. На вопрос о том, изменили ли занятия по физической культуре отношение к здоровому образу, стилю жизни, мнения следующие: изменили в лучшую сторону – для 86,2% юношей и 82,9% девушек. На вопрос о том, что является наибольшей помехой самостоятельным регулярным занятиям физкультурной деятельностью, студенты обоего пола назвали отсутствие свободного времени.

Из предложенных оздоровительных видов деятельности наиболее приемлемыми оказались: активный отдых, занятия спортом, правильное питание, отказ от вредных привычек и гигиенические мероприятия (массаж, баня и др.). Соблюдению режима дня, закаливанию природными факторами, туризму, использованию психорегулирующих, дыхательных и других нетрадиционных методик студенты отдают гораздо меньшее предпочтение. Отметим, что это данные по студентам внешне мотивированным, ориентированным на сферу физкультурно-оздоровительной деятельности в силу специфики учебного заведения. У других категорий учащихся отношение к данной сфере деятельности значительно «прохладнее».

**Заключение.** Приведённые выше обобщённые результаты наших исследований показывают, что физкультурная деятельность (изначально предназначенная для гармонизации человеческого бытия, повышения резервов здоровья), чтобы эффективно выполнять свои функции в среде современной молодёжи должна быть ориентирована, прежде всего, на развитие дивергентного мышления, учитывать личностно-значимые потребности и запросы занимающихся. На сегодняшний день (особенно в условиях пандемийных ограничений) сложилась тревожная тенденция к утрате личностного смысла двигательной деятельности и интереса к учебным занятиям по физическому воспитанию, проявляющаяся особенно резко в потребностно-мотивационном аспекте. Организация физкультурно-оздоровительной деятельности учащихся в целом должна основываться на цикличности, ориентировать содержание занятий на свободу в выборе вида и формы физкультурно-спортивной деятельности, переходить к гибким проблемно-модульным обучающим технологиям, придающим физкультурной сфере бóльший личностный смысл. Например, нами случайно эмпирически было обнаружено, что многие студенты женского пола проявляют большой интерес к наиболее простым элементам личной самообороны (так называемая –

самооборона для «чайников»). Однако, вспомнив про актуальность для всех качества «уверенность в себе» можно, скорее всего, найти этому объяснение и логические взаимосвязи.

Основной вывод, по нашему мнению, состоит в том – чтобы юноши (девушки) обратились к здоровому стилю жизни, реально осознали значимость и пользу физической деятельности, необходимо, чтобы эта деятельность приводила к удовлетворению доминирующих социально-психологических потребностей в самоутверждении, самовыражении, творчестве, уверенности, успешности, социальной активности, самостоятельности, независимости и т.п. Только в этом случае можно говорить о возможном выходе на самоорганизующие личностные резервы и надеяться на саморазвитие молодого человека с помощью средств физической деятельности.

### Список литературы

1. Брехман, И.И. Валеология – наука о здоровье / И.И. Брехман. - М.: Физкультура и спорт. 1990. 208 с.
2. Зобов, Р.А. Самореализация человека: введение в человековедение: учебное пособие / Р.А. Зобов, В.Н. Келасьев. СПб.: Изд-во С-Петербургского ун-та. 2001. 280 с.
3. Васильева, О.С. Психология здоровья человека: эталоны, представления, установки: учебное пособие / О.С. Васильева, Ф.Р. Филатов. М.: Академия. 2001. 352 с.

**УДК 378.14**

### **ФИЛОСОФСКИЙ АСПЕКТ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ИНОЯЗЫЧНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ВУЗА**

А.В. Орлов

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО  
«Алтайский государственный технический университет им.И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** В статье рассматриваются характерные особенности становления и функционирования виртуальной реальности в различных сферах деятельности, включая образовательную в вузе. Статья дает подробное описание типологий виртуальной реальности, построенных на различных видах бытия. В статье подчеркивается, что использование преимуществ технической виртуальной среды в дополнение к живому контакту с обучающимися делает учебный процесс более эффективным и современным.

**Ключевые слова:** философский аспект, виртуальная реальность, типология, преимущество, компьютерная виртуальная реальность, средневековая парадигма, средство коммуникации, иллюзия действительности.

### **THE PHILOSOPHICAL ASPECT OF VIRTUAL REALITY OF THE FOREIGN LANGUAGE EDUCATIONAL ENVIRONMENT AT UNIVERSITY**

A.V. Orlov

*Rubtsovsk Industrial Institute, branch of Polzunov Altai State Technical  
University, Rubtsovsk (Russia)*

**Abstract.** The article deals with essential features used for shaping and functioning of virtual reality in various fields of activity, including the educational one at the university. The article gives a detailed description of the typology of virtual reality based on various pattern of being. The article emphasizes that using the advantages of a technical virtual environment in addition to live contact with students makes the learning process modern and more efficient.

**Keywords:** philosophical aspect, virtual reality, typology, advantage, computer virtual reality, medieval paradigm, means of communication, illusion of reality.

Использование различных технических средств в целях обучения иностранному языку имеет уже достаточно богатую историю, но речь всегда шла о разработках методов и их применении в процессе обучения. На данном этапе хотелось бы обратить внимание на некоторые философские аспекты этого вопроса. Речь идёт термине и понятии Виртуальной Реальности (в дальнейшем ВР).

Понятие ВР по своему происхождению и употреблению связывается с компьютерными или информационными, имитационными моделями действительности. ВР этого типа называют обычно соединением компьютерной графики и других мультимедийных технологий со взаимодействием в системе "человек - компьютер". Применительно к телевиртуальности дается следующее определение: "виртуальный" означает "воспринимаемый, но не реальный", а "теле" - расстояние. О компьютерной виртуальной реальности (КВР) говорят, когда воздействие на органы чувств и восприятие наблюдателя неотличимы от наблюдаемости действительных объектов. В данном случае человеком воспринимается как объективная реальность не сам по себе внутренний психический образ, а внешнее изображение, имитирующее действительность.

Создание любой информационной Виртуальной Реальности (в том числе и языковой) ставит перед собой цель - достижение эффекта присутствия вне существующей реальности. Общеизвестным является тот факт, что иностранный язык значительно легче и быстрее изучить, находясь в стране, где на нём говорят, или, погружаясь в искусственно создаваемую языковую «среду». В этой связи возникает мысль о попытке создания в рамках учебного процесса таких условий, которые могли бы приблизить учащихся как можно ближе к языковой реальности в условиях реальности виртуальной.

Появление новых сфер человеческой деятельности и наук, занимающихся информацией и ее различными ипостасями, позволяет по-иному осмыслять эту реальность и с философских позиций.

Разработка понятия виртуальности впервые в современной науке и философии началась в связи с введением в аппарат неклассической физики терминов «виртуальные частицы» и «виртуальные процессы» [1]. Однако, в конце XX века термин «виртуальность» приобрёл иное значение, связанное с имитацией объективной реальности с помощью компьютеров или других технических средств. Так в современном языке появились различные понимания термина «виртуальная реальность».

В различных значениях термина «виртуальный» есть, тем не менее, нечто общее, а именно – соотносительность с понятием наличного бытия. На основе

осмысления виртуальной реальности рождается виртуалистика – новый подход в научном познании [2]. Если средневековая парадигма сводила виртуальность к высшей, божественной реальности, а современная наука и философия редуцировала её к наличному бытию, то виртуальный подход отказывается от сведения реальности к одному её уровню, признавая принципиальную множественность онтологических реальностей.

Типологию виртуальных реальностей можно построить в соответствии с рефлексивным подходом к различению видов бытия (или типов реальностей): материальная (существующая в пространстве и во времени), идеальная (не имеющая пространственных и временных форм), психическая (существующая во времени) и информационная (имеющая только пространственную форму существования). Анализ эмпирических форм виртуальной реальности показывает, что каждому из типов актуальной деятельности соответствуют свои виртуальности, и что все типы виртуальной реальности имеют общие признаки. По отношению к субъекту любой тип виртуальной реальности характеризуется тем, что они воспринимаются как объективная реальность, действительность, не будучи таковыми. Во всех типах виртуальной реальности так или иначе проявляется активная сила – *virtus*, как способность к самоактуализации (в искусственных виртуальностях – компьютерной и абстрактно-идеальной – эта способность так или иначе предполагает участие субъекта) [3].

Категория информации возникает последней в ряду понятий, выражающих области бытия. Но прообразы понятия информации и рефлектируемые ими стороны реальности играли ключевую роль в возникновении каждой из этих категорий. Они являются абстракциями, продуктами рефлексии, тесно связанной с природой информации.

Особая роль информационной реальности в процессе становления этого категориального ряда связана с природой рефлексии как инструмента абстрактного мышления. Этот тип рефлексии представляет собой наблюдение не процесса, а его результатов - вневременных информационных структур. Поэтому информация занимает особое место в технологической цивилизации вообще, а в информационном обществе - в особенности.

Исторически раньше других формируется представление о материальном начале как самостоятельном виде реальности, которое выработали древние натурфилософы. Практическое изменение человеком предметной реальности представляло собой преобразование пространственной формы природных вещей, упорядоченности их частей, то есть привнесение в них структурной информации. Смена состояний предмета труда, его превращение в продукт труда, производимые субъектом, формировали представление об объективности времени. В результате отчуждения, объективирования результатов труда в его продуктах материальная реальность стала мыслиться как могущая существовать в пространстве и времени самостоятельно. Вопрос был только в том, какой вид материи или какое состояние вещества является изначальным, первоосновным.

В техническом отношении внешняя ВР представляет собой конфигурацию неодушевленных аппаратных средств, имитирующих действительность, а вот сам человек как-бы "оживляет" ее, исходя из своих потребностей и интересов. На основе (техники) и современного программного обеспечения разрабатываются инновационные технологии и методики учебно-образовательной деятельности, в том числе и для изучения и обучения иностранному языку.

Сейчас, вероятно, трудно с достоверностью установить, кто, где и когда впервые ввел понятие «технология обучения» в область обучения иностранным языкам. Произошло это, скорее всего, на Западе и не без влияния идеи программированного обучения и обучающих машин. Нас, однако, интересует, прежде всего, насколько правомерно появление этого термина, не очень привычного для методики обучения иностранным языкам и прикладной лингвистики, применительно к ВР иноязычной образовательной среды вуза. Содержится ли абсолютно новое содержание в публикациях, касающихся теоретических и практических аспектов лингводидактики, что за ними стоит, или, как это часто бывает, простое «осовременивание» уже существующих понятий, частично или полностью подменяя их.

Следовательно, возникает широкая и узкая трактовка понятия технология обучения, причем можно утверждать, что в своей широкой трактовке оно смыкается с понятием методики, а в узкой - с понятием способа или метода обучения. Если продолжить анализ, то оказывается, что узкая трактовка приводит к порочному кругу и оказывается несостоятельной, поскольку без ответов на вопросы чему, для чего и кого учить, нельзя ответить и на вопрос как учить. Широкая же трактовка данного понятия имеет смысл только в том случае, если оно трактуется как методика, и в таком случае понятие это оказывается, по существу, излишним. Поэтому, с теоретической точки зрения, интересующий нас термин не очень убедителен.

Несмотря на это, в практической сфере популярность термина возрастает. Возможно, его содержание лучше раскрывается, дополняет и утверждает себя с помощью таких определений, как «современные», «информационные», «компьютерные», «новые», «новейшие», «коммуникативные», «инновационные», «мультимедийные», «гипертекстовые», «видеотехнические», «видео компьютерные», «масс-медиа» технологии обучения иностранным языкам.

Использование преимуществ технической виртуальной среды в дополнение к живому контакту с людьми делает учебный процесс более эффективным и современным. Примером этому могут служить телеконференции и дистантное обучение. С их помощью собеседники обретают реальное существование друг для друга. Компьютерная среда - выполняет много функций. Она может являться как средством коммуникации для передачи общественно значимой информации, так и средством межличностного общения, транслятором лично важных ценностей и характеристик субъектов общения [4].

Для доинформационной эпохи было характерно понимание виртуального как возможного. По мере развития процесса информатизации общества и познания акцент в этом термине все более перемещается на образ (облик) возможной реальности, как якобы она стала действительностью. Отличие категории виртуальной реальности от понятия информации состоит, прежде всего, в том, что назначение первой - создавать иллюзию действительности для человека.

Изложенное понимание информационной и виртуальной реальностей как форм пространственной организации ставит вопрос об актуальности разработки сигматического аспекта теории информации, которая отстает от развития синтаксического, семантического и прагматического аспектов. Начинает разрабатываться и особая наука о виртуальной реальности - виртуалистика. Ее предметом являются виртуальные объекты, могущие принадлежать различным видам реальности: информационному, материальному, психическому, идеальному, к природному и искусственному мирам. Так, например, некоторые жанры постмодернистского искусства активно используют виртуальное пространство, в том числе пространство предметного плана [5].

Новая философия вузовского образования обусловлена влиянием динамично меняющихся социально-политических условий и направлена на реализацию современной концепции обучения иностранным языкам в неязыковом вузе, основу которой составляет формирование иноязычной профессиональной компетенции студентов.

### **Список литературы**

1. Юхвид, А.В. Философские проблемы компьютерных виртуальных технологий / А.В. Юхвид.- М.: Изд-во РАГС, 2006.- 104 с.
2. Панкратов, А.В. О различном понимании термина «виртуальная реальность» / А.В. Панкратов // Виртуальные реальности. Труды лаборатории виртуалистики. Вып. 4.- М., 1998. С. 116-122.
3. Афанасьева, В.В. Тотальность виртуального / В.В. Афанасьева. – Саратов: Изд-во «Научная книга», 2005. – 103 с.
4. Мирошниченко, А.В. Использование инновационных и дистанционных технологий в учебном процессе высшей школы / А.В. Мирошниченко, И.Н. Алексеенко, Э.Н. Глагоева // Вестник Южно - Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института). Серия: Социально-экономические науки. 2020. Т.13, № 4. С. 22-30
5. Эпштейн, М. Информационный взрыв и травма постмодерна. Эти идеи из воздуха / М. Эпштейн // НГ-экслибрис. 1999. 4 февраля. С. 3.

УДК. 130.122; 246; 291.16

## РЕЛИГИОЗНАЯ ЖИВОПИСЬ В ТВОРЧЕСТВЕ Н. РЕРИХА

А.Ю. Павлов

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова»*

**Аннотация.** Статья посвящена изобразительному и философскому творчеству Н.К. Рериха. Художник создает галерею произведений, обращенных к религиозным сюжетам христианского и индо-буддийского мира. Н.К. Рерих в художественной деятельности выражает религиозные образы в том понимании, которое соответствует его мировосприятию, его философии - Агни Йоге, Живой Этике. Он высоко ценит иконописное творчество, считает икону наглядным свидетельством существования иной реальности. Показано, что Н.К. Рерих привносит в русскую и европейскую культуру мотивы, сюжеты, философские идеи, широко почитаемые в индо-буддийском мире.

**Ключевые слова:** Н.Рерих, религиозная живопись, икона, Агни Йога, Живая Этика.

## RELIGIOUS PAINTING IN THE WORKS OF N. ROERICH

A.Y. Pavlov

*Rubtsovsk Industrial Institute, branch of Polzunov Altai State Technical University, Rubtsovsk (Russia)*

**Abstract:** The article is devoted to the visual and philosophical work of N.K. Roerich. The artist creates a gallery of works of art addressed to the religious subjects of the Christian and Indo-Buddhist world. N.K. Roerich in his artistic activity expresses religious Images in the understanding that corresponds to his worldview, his philosophy - Agni Yoga, Living Ethics. He highly appreciates icon-painting creativity, considers the icon a clear evidence of the existence of a different reality. It is shown that N.K. Roerich brings to Russian and European culture motifs, plots, philosophical ideas widely revered in the Hindu-Buddhist world.

**Keywords:** N. Roerich, religious painting, icon, Agni Yoga, Living Ethics.

Первые опыты обращения Н.К. Рериха в живописи к религиозной, христианской тематике приходится, как показывают и современники художника [1], и исследователи наших дней [2, 3] на 1904 - 1908 годы.

Среди наиболее известных художественных произведений Н.К. Рериха начала XX века в области религиозной живописи и иконописи можно назвать такие работы, как «Святые Борис и Глеб» (1904), «Спас Нерукотворный» (1906), «Покров Богородицы» (1906), «Святые Апостолы Петр и Павел» (1906), «Предстоящие», два «Архангела» (1907), «Владыки нездешние» (1903 – 1907).

Но современники художника называют и многие другие произведения этого направления раннего периода [1].

Почему Н.К. Рерих обращался в живописи к религиозной тематике, каково значение христианских образов, встречаемых в его работах? Ответ на этот вопрос нужно искать не только в негодованиях Николая Константиновича по поводу безобразного отношения к православной культуре на рубеже XIX-XX веков (т.е. задолго ещё до советского времени).

Можно привести несколько фрагментов статьи Н.К. Рериха «По старине» (1903 г.), иллюстрирующих эту мысль. «Кроме того, ещё и теперь



внимательное ухо может в изобилии услышать рассказы о фресках под штукатуркой, о вывозе кирпичей с памятника на постройку, о разрушении городища для нужд железной дороги.

Седые иконостасы обезображены нехудожественными доброхотными приношениями. Всё потеряло свою жизненность. И стоят памятники, окруженные врагами снаружи и внутри. Кому не даёт спать на диво обожжённый кирпич, из которого можно сложить громаду фабричных сараев, кому мешает стена проложить конку, кого беспокоят безобидные изразцы и до боли хочется сбить их и унести, чтобы они погибли в куче домашнего мусора.

Так редко можно увидеть человека, который искал бы жизненное лицо памятника, приходил бы по душе побеседовать со стариною» [4].

Ответ на вопрос о значении религиозных, христианских образов в живописи Н.К. Рериха отчетливо раскрывается в последующем творчестве.

Н.К.Рерих не только художник, он поэт, ученый, археолог, философ. Ему близка и интересна тема народного творчества. Для него значимо культурное наследие и истоки национального искусства и культуры. И художественные произведения этого периода иллюстрируют осмысление Н.К. Рерихом писателем, поэтом, философом иконописного творчества, его сакральной роли в культуре России.

Позднее, в литературных произведениях, посвящённых русской старине, Н.К. Рерих рассуждает о ценности русского культурного наследия, перспективах развития национального искусства. «Наше искусство очистим ли? Что возьмём? Куда обратимся? – К новым ли перетолкованиям классицизма? Или сойдём до античных первоисточников? Или углубимся в бездны примитивизма? Или искусство наше найдёт новый светлый путь «неонационализма», овеянный священными травами Индии, крепкий чарами финскими, высокий взлётами мысли так называемого «славянства»?» [6].

В этот период творчество Н.К. Рериха ознаменовано созданием целой галереи художественных произведений, с обращением к христианским Образам. Например, такие росписи, как «Царица Небесная» в Талашкино (1912), «Трон Неведомого Бога» и «Святой Никола во граде» (1912), мозаика «Спас» во Фленове (1912), картины «Святой Меркурий Смоленский» (1918), «Святой Николай» (1920).

Конечно, эти произведения Н.К. Рериха нельзя назвать иконой в каноническом смысле слова. Это, скорее, религиозная живопись, но которая создавалась художником с не меньшим почитанием и благоговением. Н.К. Рерих не эксплуатирует христианскую, православную тему. Он через художественную деятельность выражает христианские Образы в том понимании, которое соответствует его мировосприятию, его философии.

Но другая сторона исканий Н.К. Рериха со всей очевидностью проявляется позднее, в 20-40е годы XX века. Н.К. Рерих становится известен не только как художник и писатель, но и философ, один из создателей философской системы Агни Йоги, Живой Этики [5], которую исследователи, сегодня, относят к философии русского космизма [6, 7, 8].

Творчество Н.К. Рериха-художника выходит далеко за пределы христианской культуры. Он много путешествует по Америке, Индии, Алтаю, Гималаям, активно занимается художественной, философской, просветительской деятельностью.

В эти годы создаются такие работы, как «Знаки Христа» (1924), «Сергий-Строитель» (1924), «Пантелеймон-Строитель» (1925), «Святой Сергий» (1930-е годы), «Святой Франциск» (1931), «Сергий Радонежский» (1932), «Христос» (1933), «Сергиева Пустынь» (1933).

И наряду с христианскими Обликами в живописи Н.К.Рериха появляются Образы «Владык Горнего мира» [2], представленные, например, в работах «Майтрейя-победитель» (1925), «Мощь пещер» (1925), «Приказ Ригден-Джапо» (1926-1927), «Калки Аватар» (1932), «Тень Учителя» (1932), «Архат» (1932), «Сожжение тьмы» (1924), «Fiat Rex» (1931), «Сокровище гор» (1933) и др.

Н.К. Рерих привносит в русскую и европейскую культуру мотивы, традиции, сюжеты, философские идеи, широко распространённые и почитаемые в индо-буддийском мире.

Уникальность Н.К. Рериха заключается в том, что и в философском, и художественном творчестве он сумел синтезировать философскую мудрость Востока и Запада, христианского учения, современное развитие науки и переместил акцент на практически-деятельное начало человека.

Кроме того, Н.К. Рерих осмысливает сам процесс написания иконы. Подобно иконописцам, считает, что к написанию произведения нужно подходить как к священнодействию, требующему от художника нравственной чистоты, духовной радости и определённого мужества прикоснуться к Великому Образу, дерзнуть перенести Его, как при написании иконы, на полотно.

Н.К. Рерих высоко ценит иконописное творчество, он считает икону наглядным свидетельством существования иной реальности, разные уровни которой, в Живой Этике, названы специфическими понятиями – Тонкий Мир, Мир Мысленный, Огненный Мир (Мир Огненный 1, 84). «На древних иконах можно видеть сферы зелёные, иначе земные, и сферы красные – огненные, иначе Мира Тонкого. На одном изображении можно видеть целые сцены в зелёных тонах и рядом красный мир Ангелов. Что же может быть нагляднее?» (Сердце, 148). А потому, для сознания понимающего и принимающего, икона никогда не станет просто культурным артефактом, она останется иконическим изображением Высшего.

Своё отношение к иконописному творчеству Н.К. Рерих выразил в статье «Радость искусству» (1908 г.): «Писались эти прекрасные вещи не как-нибудь зря, а так, чтобы «предстоящим мнети бы на небеси стояти пред лица самих первообразных». Главное в том, что работа делалась «лепо, честно, с достойным украшением, приличным разбором художества». Писали Иверскую икону; обливали доску святой водой; с великим дерзновением служили Божественную литургию, мешали св[ятую] воду и св[ятые] мощи с красками; живописец только по субботам и воскресеньям получал пищу; велик экстаз

создания древней иконы и счастье, когда выпадал он на долю природного художника, понявшего красоту векового образа» [9].

Образ, запечатленный в художественном произведении, как и на иконе, имеет сакральный характер. Это отпечаток Высшей реальности, словно фотографическое изображение. Но только в качестве фотографа выступает сам художник. Качество Образа зависит и от выразительных средств, и мастерства, и нравственного состояния художника, и веры. Воплощая Образ, художник, иконописец «неизменно обращается для сравнения (одобрения) к высшей ценности своего сознания», последовательно «опредмечивая полученную идею» [10].

Для Н.К. Рериха, несомненно одно, что Образ изображенный – это мост между человеком и Высшей сущностью, мост между двумя мирами – Горним и дольным. Образ позволяет, как бы соприкоснуться с отсутствующим (Знаки Агни Йоги, 419), но «никакое предстояние перед Предметом, символизирующим Высший из Обликов, не поможет, если нет истинного почитания» (Мир Огненный 3, 135).

Современниками недостаточно оценен культурный, нравственный, мистический, космический потенциал произведений Н.К. Рериха для обогащения русской, православной культуры. В 1903 году художник написал пророческие слова о том, что в будущем будет понято значение русской иконописи для искусства [4]. Так и религиозная живопись Н.К. Рериха, запечатлевшая Образы, значимые для христианского мира, несет для будущего ещё не осмысленный потенциал восторгов и восхищений человеческого Духа.

### Список литературы

1. Эрнст, С. Н.К. Рерих (1916) // Держава Рериха / Сост. Д.Н. Попов. М.: Изобр. искусство, 1993. С. 10 – 38.
2. Тютюгина, Н.В. Православная культура в живописи Н.К.Рериха / Н.В. Тютюгина. – URL : <https://lib.icr.su/node/955> (дата обращения: 09.11.2022). - Текст : электронный.
3. Тютюгина, Н.В. Истоки формирования православной образности в творчестве Николая Рериха / Н.В. Тютюгина. – URL : <http://lib.icr.su/node/1050> (дата обращения: 09.11.2022). - Текст : электронный.
4. Рерих, Н.К. По старине (1903 г.). Собрание сочинений. Т.1. М.: Изд-во И.Д. Сытина, 1914. / Н.К. Рерих. – URL : <http://lib.icr.su/node/1188> (дата обращения: 09.11.2022). - Текст : электронный.
5. Агни Йога. В 4-х томах. М.: Сфера, 2000. (В тексте статьи приведены фрагменты из следующих книг Живой Этики: Знаки Агни Йоги, Сердце, Мир Огненный 1, Мир Огненный 3).
6. Грезы о Земле и небе: Антология русского космизма / сост., коммент. О.В. Карчевцева. СПб.: Худож. лит., 1995.
7. Дуденков, В.Н. Философия русского космизма на рубеже XIX - XX веков / В.Н. Дуденков. СПб.: Изд-во СПбГТИ (ТУ), 1998.

8. Павлов, А.Ю. Системный характер синтеза знаний в Живой Этике // Человек и мир человека: Сборник статей Всероссийской научной конференции. (Рубцовский индустриальный институт, 26 июня 2006г.). Рубцовск, 2006. Вып. 3. Часть 1. С.110-119.

9. Рерих, Н.К. Радость искусству (1908 г.). Собрание сочинений. Т.1. М.: Изд-во И.Д.Сытина, 1914. / Н.К. Рерих. – URL : <http://lib.icr.su/node/1076> (дата обращения: 09.11.2022). - Текст : электронный.

10. Верещагина, Т.Н. Парадигматический феномен и познание / Т.Н. Верещагина // Образование и социальное развитие региона. Барнаул, 2001. №3,4. С. 9 – 11.

**УДК 378.14**

**МЕТОДИКА ОТБОРА СТУДЕНТОВ ДЛЯ УЧАСТИЯ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ФОРМЕ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ ТЕКСТОВ**

С.С. Стрельников, А.С. Скудных

*Тюменский государственный медицинский университет*

**Аннотация.** В статье авторами обосновывается актуальность применения методики отбора студентов для участия в научно-исследовательской деятельности. Определяются критерии участия, важность мотивации, а также совокупность компетенций для такого участия и возможность оценки уровня таких компетенций.

**Ключевые слова:** компетенции, наука, мягкие навыки, научный стиль, научное руководство.

**METHODOLOGY FOR SELECTION OF STUDENTS FOR PARTICIPATION IN RESEARCH ACTIVITIES IN THE FORM OF PREPARATION OF SCIENTIFIC TEXTS**

S.S. Strelnikov, A.S. Skudnykh

Tyumen State Medical University

**Annotation.** In the article, the authors substantiate the relevance of applying the methodology for selecting students to participate in research activities. The criteria for participation, the importance of motivation, as well as the set of competencies for such participation and the possibility of assessing the level of such competencies are determined.

**Key words:** competencies, science, soft skills, scientific style, scientific leadership.

**Введение.** Образовательный процесс современного вуза предполагает, что его основные участники (студенты и преподаватели), помимо собственно освоения и преподавания образовательной программы, принимают участие в научно-исследовательской деятельности. Мотивы такого решения могут качественно различаться, причем как у студентов, так и у преподавателей. С одной стороны, студенты имеют возможность не только глубже узнать какой-либо аспект темы в изучаемом предмете, но и получить опыт участия в научной деятельности вуза, познакомиться с разными стилями научного руководства, а также облегчить решение собственных аттестационных задач в текущем или

последующем семестрах. С другой стороны, в привлечении студентов к научной деятельности заинтересованы сами преподаватели, и мотивация может аналогично различаться: от удовлетворения потребности в руководстве научным поиском и совершенствования научно-педагогического мастерства до выполнения силами студентов «черновой работы» научных исследований, получения материального стимулирования за ведение научного руководства, выполнения индивидуального или кафедрального плана публикационной активности. Мы полагаем, что именно разнородность мотивов участников студенческой научно-исследовательской деятельности (а не отсутствие мотивации к участию как таковое, о чем пишут, к примеру, О.И. Ваганова с соавторами [1]) обуславливает привлечение к таковой деятельности студентов и преподавателей с разными уровнями компетенций, что впоследствии результируется неоднородностью качества научных отчетов (журнальных статей и тезисов конференций). Дополнительно отметим, что формальная природа текста опубликованного научного отчета представляет собой объективные результаты научной деятельности в виде нового знания.

Публикация научных статей и выступление на конференциях расценивается и студентами, и преподавателями как основная и наиболее часто практикуемая форма научно-исследовательской деятельности, в которой участвуют студенты [2]. Полагаем, что в этих условиях значение приобретают те компетенции студента, которые непосредственно связаны с подготовкой текста: владение научным стилем, грамотная письменная речь, способность к продуктивному, развернутому письму. Кроме того, следует признать, что реализуемые студентами научно-исследовательские проекты имеют определенные ресурсные ограничения: во-первых, они осуществляются студентами в свободное от основных занятий время, во-вторых, зачастую носят вторичный, реферативный по отношению к уже опубликованным исследованиям, характер. Последнее обстоятельство не снижает значимости проводимых студентами исследований, так как в условиях насыщенной информационной среды важно умение корректно выстраивать стратегию поиска и навык анализа полученной информации.

Также следует отметить, что помимо указанных навыков и умений, важна также готовность студентов к совершенствованию своих навыков, повышению уровня имеющихся компетенций в научно-исследовательской деятельности. Полагаем, что в случае с решением такой задачи как написание научного текста, наличие навыков написания текста и владения научным стилем подлежит оценке имеющегося уровня в то время, как готовность к участию, навыки научного поиска и совершенствования стиля требуют только лишь оценки декларируемой мотивации. Здесь важно соблюсти баланс между определением «барьера входа» в научно-исследовательскую деятельность и, собственно, достижением такой цели участия в научно-исследовательской деятельности как развитие исследовательских компетенций студентов и сопряженных с ними навыков.

Научная деятельность предполагает наличие помимо мотивации и «жестких» компетенций также наличие у студентов «мягких» навыков. Такими «мягкими» навыками являются исполнительность и умение управлять собственным временем, самоорганизация. Научное руководство деятельностью студентов предполагает постановку задач для них и контроль их выполнения к определенному моменту времени. Предварительная оценка наличия таких навыков у студентов, с которыми предполагается вести научно-исследовательскую работу – прямой интерес научного руководителя, стремящегося рационально организовать работу со студентами, совмещая её с преподаванием и ведением собственной научной деятельности.

Сложившиеся условия предполагают возникновение следующего противоречия: как среди студентов отобрать самых мотивированных и компетентных для дальнейшего участия в научно-исследовательской деятельности? В.Ю. Стромов и П.В. Сысоев выделяют в качестве цели развития научной студенческой деятельности выявление талантливой молодежи и привлечение её к научно-исследовательской деятельности, однако среди задач, призванных способствовать достижению этой цели, не упоминают о конкретных технологиях отбора студентов, ограничиваясь презентационными технологиями сложившихся студенческих научных обществ, информированием, проведением конкурсов научных работ [3]. В этих условиях преподаватели часто руководствуются исключительно субъективными критериями при привлечении студентов к участию в научно-исследовательской деятельности, что не всегда способствует успеху. Мы полагаем, что такой процесс как определение будущих соавторов научных исследований может быть организован рационально с помощью технологии отбора в том случае, если он учитывает личностные качества самих студентов (включая мотивацию к ведению научно-исследовательской деятельности), имеющиеся у них жесткие и мягкие навыки, а также готовность их совершенствовать посредством участия в научно-исследовательской деятельности под научным руководством.

**Методика расчета.** Суть предлагаемой нами методики отбора заключается в экспресс-оценке научно-исследовательских компетенций студентов и уровня их мотивации к участию в научно-исследовательской деятельности. Реализацию методики предполагается осуществлять в три этапа: первый этап (первичный отбор), второй этап (вторичный отбор) и третий этап (заключительный отбор). Основной инструментарий методики – формализованное анкетирование, совмещенное с тестовым заданием, результаты которого обрабатываются путем ранжирования критериев и формирования индивидуальных рейтингов.

**Результаты и обсуждение.** На первом этапе научный руководитель проводит первичный отбор студентов по какому-либо признаку. Таким признаком может быть выраженный ими личный интерес к какой-либо научной или учебной проблематике. В данном случае целесообразно ориентироваться на высокий уровень выполнения этими студентами какого-либо учебного задания, результаты входного тестирования, либо ознакомительного анкетирования. По

желанию, научный руководитель может дополнить этот признак каким-либо формальным критерием (например, принадлежностью к определенному курсу или специальности, имеющийся опыт участия в научной деятельности) Результатом первого этапа является перечень студентов – участников второго этапа отбора.

На втором этапе отбора руководитель информирует участников из приведенного выше перечня о возможности участия в научно-исследовательской деятельности в образовательной организации, предлагает им принять участие в отборе. Выразившие желание студенты, получают бланк анкеты с заданием. Анкета включает в себя следующие элементы:

1) Блок тестового задания. Задание призвано оценить владение студентом основами научного стиля и навыком написания текстов по определенным требованиям. Испытуемому предлагается перефразировать начальные части выражений, характерные для текстов научного стиля (такие как «Важное место занимает...», «Значимыми элементами являются...» и другие) таким образом, чтобы получившееся предложение сохраняло научный стиль и было длиннее, чем изначальное. Тем самым определяется, во-первых, понимание студентом сущности научного стиля, умение излагать мысли согласовано, во-вторых, способность выполнить поставленную задачу. Критерий качества выполнения задачи заключается, во-первых, в субъективной оценке соответствия научного стиля с тремя градациями («соответствует научному стилю», «частично соответствует», «не соответствует»), во-вторых, в расчете количественного совокупного прироста объема текста, выраженного в печатных знаках.

2) Блок самооценки. В данном блоке сконцентрированы вопросы относительно самооценки студентом мотивации к участию в научно-исследовательской деятельности, совершенствованию навыков поиска научной информации и написания научных текстов. Вопросы формулируются таким образом, что помимо изъявляемого желания также задается различная «цена» реализации такого желания. На каждый вопрос студент может дать однозначный утвердительный или отрицательный ответ, либо выразить сомнение.

- самооценка студентом уровня мотивации к участию в научно-исследовательской деятельности. В этом случае формулируется вопрос относительно возможности и готовности уделить личное время после учебных занятий для участия в работе над исследовательским проектом с указанием примерного количества такого времени и частоты проведения таких встреч. Предлагая именно такую формулировку, мы указываем определенную «цену» участия в научной деятельности в виде сокращения личного времени студента, что, на наш взгляд, является надежным показателем мотивированности к участию в научной деятельности;

- самооценка студентом собственного желания усовершенствовать навыки информационно-поисковой деятельности в интернете. Здесь формулируется вопрос о необходимости освоения иной, нежели чем Google поисковой системы (имеется в виду специализированный поиск в электронной библиотеке

elibrary.ru). «Цена» реализации желания в данном случае – повышение когнитивной нагрузки в виде необходимости освоения новых навыков;

- самооценка студентом собственного желания совершенствовать своё мастерство в написании научных текстов. «Цена» реализации такого желания – необходимость неоднократного внесения изменений в написанный текст по замечаниям редактора, реакциям на эти замечания.

Для оценки «мягких» навыков исполнительности и управления собственным временем в тексте анкеты-задания проставляется даты её выдачи преподавателем и последующей сдачи студентом, студент информируется об ограничениях по времени выполнения и получении преимущества перед остальными участниками отбора при досрочной сдаче заполненного бланка. Факт сдачи бланка позднее обозначенного времени также учитывается и ведет к снижению баллов или исключению анкеты из перечня. Результат второго этапа – полученные преподавателем заполненные анкеты студентов.

На третьем этапе отбора научный руководитель обрабатывает полученные анкеты с выполненными заданиями. Обработка включает в себя выставление баллов и ранжирование показателей выполнения тестового задания и ответов на вопросы в блоке самооценки. Мы полагаем, что при ранжировании следует учесть наибольшее значение самооценки готовности участия в научно-исследовательской деятельности и готовности совершенствовать своё мастерство в подготовке текстов. Эти характеристики обладают равным между собой и наиболее значимым рангом. Следующей по значимости является совокупная характеристика оценки владения научным стилем и качество выполнения задания по увеличению объема текста. Все остальные характеристики (желание совершенствовать поиск и умение управлять собственным временем) – третьи по значимости и равны между собой. Получившие наибольшее количество баллов студенты считаются прошедшими отбор. Количество прошедших отбор студентов может варьироваться по усмотрению преподавателя, все зависит от того, насколько преподаватель оценивает собственные способности к научному руководству. Результат третьего отбора – студенты-участники научно-исследовательской деятельности.

Приведенная методика была апробирована в ходе отбора студентов для работы над исследовательским проектом на кафедре медицинской информатики и биологической физики Тюменского государственного медицинского университета: на первом этапе был сформирован перечень из 18 студентов, 10 из них были розданы анкеты. На втором этапе в обработку поступили анкеты 6 человек, сдавшие анкеты в установленный срок, остальные сданы не были. На третьем этапе были отобраны 3 человека для участия в научно-исследовательском студенческом проекте.

**Заключение.** Результативность предлагаемой методики будет зависеть, в том числе, от того, насколько мотивирован к участию в научно-исследовательской деятельности сам преподаватель, обладает ли он соответствующими компетенциями и «мягкими» навыками. На качество научного отчета влияет не только то, как его написал студент, но и то, как его



редактировал руководитель, какой вклад он внес как в организацию исследования, так и подготовку текста отчёта о нем. Однако эти вопросы касаются уже не процедуры отбора потенциальных участников, а собственно организации научного исследования студентов.

### Список литературы

1. Ваганова, О.И. Организация научно-исследовательской деятельности бакалавра профессионального обучения в электронной среде / О.И. Ваганова, Ж.В. Смирнова, А.В. Трутанова. // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2017. Т. 6. № 3 (20). С. 239-241.
2. Маметьева, О.С. Научно-исследовательская работа студентов вуза: результативность и проблемы организации / О.С. Маметьева, Н.Г. Супрун, Д.А. Халикова // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 1. С. 8.
3. Стромов В.Ю., Сысоев П.В. Модель организации научно-исследовательской деятельности студентов в вузе // Высшее образование в России. 2017. № 10. С. 75-82.

**УДК 004.94:004.3: 378.6**

## **ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН**

Ю.В. Суханов, А.С. Васильев, Ф.Д. Даимова  
*Петрозаводский государственный университет*

**Аннотация.** В публикации рассматриваются возможности и проблемы использования современных аддитивных технологий при преподавании технических дисциплин в высших учебных заведениях. В работе описан опыт авторов использования для создания изделий из пластмассы для целей, связанных с обучением студентов, а также рассмотрен пример применения подобных технологий в исследовательских работах студентов.

**Ключевые слова:** 3D-принтер, технические дисциплины, обучение, макеты и модели

## **APPLICATION OF RAPID PROTOTYPING TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF STUDYING ENGINEERING DISCIPLINES**

Y.V. Sukhanov, A.S. Vasiliev, F.D. Daimova  
*Petrozavodsk State University*

**Annotation.** The publication consist the possibilities and problems of using additive technologies in teaching engineering disciplines in higher educational. The paper describes the authors experience of using 3D-printer products for the teaching students purposes and also considers an example of the use of such 3D-technologies in the students research work.

**Keywords:** 3D-printer, engineering disciplines, education, mock-up and models

### **Введение**

В настоящее время технологии быстрого прототипирования (часто называемы аддитивными технологиями или технологиями послойного выращивания) [1] широко используются не только в промышленности, где они

изначально использовались для сокращения времени и стоимости создания прототипов изделий [2], но в других отраслях: строительстве и архитектуре, медицине, ювелирной промышленности, лёгкой, пищевой промышленности, искусстве и дизайне, сувенирной отрасли и, конечно, в образовании.

Так на сегодняшний день использование 3D-принтеров стало обыденным делом в технических группах при дополнительном образовании школьников в дворцах творчества и детских технопарках. При поддержке преподавателей школьники легко осваивают данные технологии и успешно их применяют при авиа- и авто- моделировании, в кружках робототехники и промышленного дизайна. Также сейчас 3D-принтеры появляются и в средних общеобразовательных школах, где используется во внеурочной деятельности учеников [3]. Отмечается [4], что внедрение 3D-технологий в школьное образование позволяет развить творческие способности учащихся и помогает привлечь внимание учеников за счёт того, что процесс обучения становится более наглядным и интересным.

Аддитивные технологии успешно используются и в среднем профессиональном образовании. Так в работе Филипповой О. А. [5] описан опыт использования 3D-печати при изучении дисциплины «Инженерная графика», в рамках которой преподаватели создают наглядные пособия, а студенты печатают самостоятельно созданные в САД-программах модели деталей. В работе Сверчковой А.В. показано [6], что использование 3D-принтера в процесс обучения по специальности «Автоматизация технологических процессов и производств» позволяет выполнить полную имитацию производственной деятельности, когда студенты создают 3D-модели, печатают их, тестируют и оценивают результат. Преподаватель Сухнёв М.А. описывает [7] успешный опыт внедрения аддитивных технологий при изучении дисциплины «Компьютерная графика» и выполнения групповых проектов студентами отделения «Дизайн».

В высших учебных заведениях аддитивные технологии применяются при подготовке высококвалифицированных кадров по многим направлениям обучения. Наиболее часто данные технологии используются при подготовке инженеров. Так в работе Каменева Р. В. и др. [8] описаны возможности применения 3D-принтера при изучении дисциплины «Детали машин», а также указаны возможности использования 3D-печати в научно-исследовательской работе студентов, при выполнении курсовых и дипломных проектов. В работе Гаврилюка Б. В. и Трухиной Н. В. описана [9] возможность применения 3D-принтера при изучении таких дисциплин как «Начертательная геометрия и инженерная графика» для развития у студентов пространственного представления предметов и «Теория механизмов и машин» для сборки механизма по кинематической схеме, при этом авторы указывают, что применение данных технологий позволяет студентам не только лучше осваивать предмет, но и раскрыть свои творческие способности. В статье Зеленцова В.В. и Щеглова Г.А. [10] указаны возможности использования технологий 3D-печати не только при изучении общеинженерных дисциплин, но

и при изучении специализированных дисциплин, так при изучении курса «Компоновка бортового оборудования космических аппаратов» использование аддитивных технологий позволило повысить интерес студентов к изучаемому курсу за счёт получения на 3D-принтере из разработанных на компьютере моделей физических макетов, а также повышает ответственность у студентов, так как физический макет «не прощает» ошибок компоновки. В работе Доронкина В.Г. и др. [11] обосновывается необходимость внедрения технологий 3D-печати в процесс обучения студентов направления «Эксплуатация транспортных комплексов» тем, что в рамках международного конкурса профессионального мастерства WorldSkills присутствует компетенция «Прототипирование». Анамова Р.Р. и др. делятся [12] своим опытом работы системы подготовки кадров для аддитивного производства в МАИ, включающей все ступени подготовки – от дополнительных общеразвивающих программ для школьников до дополнительных профессиональных программ для студентов вуза и работников промышленных предприятий, ориентированные на разный уровень подготовки. Кроме инженерных направлений обучения, технологии 3D-печати внедряются при подготовке будущих специалистов с педагогическим образованием, будущих дизайнеров, при обучении их макетированию [13], а также будущих IT-специалистов при изучении предметов «Информационные системы и технологии» и «Инженерная и компьютерная графика» [14], [15].

### **Методика**

На кафедре ТОЛК Петрозаводского государственного университета уже пять лет используются 3D-принтеры работающие по FDM-технологии. FDM (Fused Deposition Modelling) – технология 3D-печати, подразумевающая расплавление и послойную экструзию материала в виде пластиковой нити по контуру моделируемого объекта. В настоящее время данная технология 3D-печати самая доступная как по цене оборудования, так и по цене материала, поэтому именно FDM-принтеры нашли широкое применение, в том числе, и в образовании.

На основании полученного опыта, можно отметить достоинства внедрения FDM-технологий в образовательный процесс ВУЗа и дополнительные возможности для преподавателей и студентов, которые открываются при наличии подобного оборудования, а также указать проблемы и сложности, с которыми столкнулись авторы.

В настоящий момент на рынке присутствуют недорогие 3D-принтеры, работающие по FDM-технологии, которые хорошо подходят как для бытового применения дома, так и при использовании в образовательных учреждениях. Цена подобных устройств начинается от нескольких десятков тысяч рублей. В отличие от первых бытовых принтеров, массово появившихся в нашей стране, такие модели менее капризны, надёжны и просты в эксплуатации. Материалы для печати также значительно подешевели и катушку материала для печати с наиболее популярным диаметром нити в 1,75 мм можно приобрести в

розничной сети от тысячи рублей. Это делает 3D-печать максимально доступной даже для бюджетных учреждений.

Однако следует указать на то, что хотя оборудование для 3D-печати и называется принтером, оно предъявляет заметно более высокие требования к квалификации пользователя, чем требуются при работе с периферийным компьютерным оборудованием для печати на бумагу. 3D-принтер фактически представляет собой ЧПУ-станок работающий по программе на языке G-код. Поэтому, пользователь 3D-принтера должен не только освоить подготовку принтера к печати, включающую настройку стола и заправку пластиковой нити, но и разобраться со специализированным программным обеспечением, позволяющим конвертировать цифровую 3D-модель в формате STL (STereoLithography) в требуемую 3D-принтером программу, учитывающую технические характеристики оборудования и свойства заправленной пластиковой нити. Кроме того, хотя в настоящее время в сети интернет существует множество сайтов с бесплатным доступом к множеству готовых 3D-моделей в формате STL, пользователь 3D-принтера должен освоить программное обеспечение для 3D-моделирования, если требуется создание оригинальных конструкций.

Основная часть предлагаемых на рынке FDM 3D-принтеров имеет похожие технические характеристики. Наиболее важные из них это объем поля печати, доступная высота слоя, характеристики используемых материалов, наличие закрытого корпуса и подогреваемого стола, количество экструдеров и др.

Объем поля печати который характеризует максимальные размеры получаемой детали, однако, с учётом того, что крупную деталь можно предварительно разделить, напечатать по частям, а потом склеить, то типичный для существующих бытовых принтеров объем около 200x200x200 мм по мнению авторов вполне достаточен для использования в образовательных целях.

Часто производителями в технических характеристиках указывается возможность печати толщиной слоя менее 0,15 мм. Однако зачастую на практике использовать такие возможности сложно, так как при таких настройках даже принтеры средней ценовой категории ведут себя более «капризно» и требуют большего внимания при выборе параметров печати, а у принтеров недорогой категории зачастую и точность позиционирования по осям, а также жесткость конструкции недостаточна для реализации этой возможности. С учетом этих сложностей, а также заметного увеличения времени потребного на печать изделий, по опыту авторов, использовать при печати толщину слоя менее 0,25 мм следует только при решении определенных задач, когда детали конструкции действительно требует повышенной точности.

Важной характеристикой оборудования является то, с какими материалами принтер способен работать. Наиболее популярными и доступными материалами для печати по FDM технологии являются нити из ABS и PLA пластика диаметром 1,75 мм, которые поставляются в катушках. Данные

материалы заметно отличаются как по требованию к оборудованию, так и по характеристикам изготовленных деталей. ABS-пластик (акрилонитрил бутадиен стирол) – недорогой материал, широко используемый в различных отраслях промышленности. С точки зрения 3D-печати обладает как некоторыми достоинствами, так и недостатками. С точки зрения использования в образовательном процессе из недостатков можно выделить неприятный запах и выделение вредных для здоровья веществ при экструзии, что требует проветривания помещения и ограничивает применение этого материала в учебных аудиториях. Кроме того, печать с помощью ABS часто сопровождается тем что деталь коробит, она растрескивается, плохо удерживается на столе. Для печати требуется как хорошо настроенный принтер с подогревом стола и закрытым корпусом, так и опытный оператор принтера, который сможет настроить параметры печати. Из достоинств можно выделить дешевизну, прочность и достаточно высокую температуру размягчения, что позволяет использовать детали в конструкциях с повышенным нагревом или рядом с теплыми электронными компонентами. PLA-пластик (полилактид) – биоразлагаемый материал из природного сырья не менее популярен при печати на 3D-принтере, который работает по FDM технологии. Важнейшим достоинством этого материала при использовании в образовательном процессе является его безопасность как при печати деталей, так и при дальнейшем использовании изделий из этих деталей. Таким образом, принтер может стоять в учебной аудитории, в которой параллельно с печатью деталей ведутся занятия (если модель принтера не очень шумная и звук работы шаговых двигателей не мешают преподавать дисциплину). Вторым достоинством PLA-пластика является простота печати по сравнению с другими материалами, например, его меньше коробит, детали менее склонны к растрескиванию и отлипанию от поверхности стола во время печати, что позволяет получать детали на 3D-принтере без большого опыта 3D-печати. К минусам изделий из PLA можно отнести низкую температуру размягчения пластика, когда уже при 50-60 °C изделие перестает держать форму. Например, авторы столкнулись с проблемой, когда редуктор из PLA-пластика выходил из строя из-за приводящего его в движение шагового двигателя, который при работе нагревался до указанных температур. Ко второй проблемой изделий из PLA можно отнести трудность обрабатывания, когда, например, при сверлении сверло плавит деталь, а не сверлит. По прочности потенциально детали из PLA должны уступать деталям из ABS, но на практике прочность больше зависит не от выбора материала, а от правильных настроек принтера, так как при неверной настройке принтера склонность деталей ABS к растрескиванию будет заметно влиять на прочность изделия. В различных источниках указывают на то, что из-за биоразлагаемости материала детали из PLA не смогут иметь долгий срок службы, но авторы за пять лет пока сами не сталкивались с подобной проблемой. В настоящее время в продаже появились и более современные материалы, свойства которых позволяют заменить традиционные ABS и PLA при печати, однако в настоящее время их выбор пока не так разнообразен и они пока менее доступны.

Наличие закрытого корпуса и подогреваемого стола у принтера крайне важно при печати некоторыми материалами, например, ABS-пластиком. Однако принтеры с закрытым корпусом заметно дороже бескорпусных устройств, поэтому при выборе в качестве основного материала PLA-пластика, на корпусе можно сэкономить.

Конструкции принтеров с двумя печатающими головками или с двумя экструдерами позволяют комбинировать материалы в одной конструкции, что может быть полезно или при создании двухцветных деталей или при использовании в качестве поддержки основного материала водорастворимого PLA-пластика. Но подобные принтеры существенно дороже и если решение подобных задач не актуально, то можно обойтись и недорогим принтером с одним экструдером.

При подготовке программы для 3D-принтера следует учитывать требования к детали. Например, по умолчанию детали изготавливаются не со 100% заполнением, а выполнив стенку определенной толщины, которая зависит от толщины слоя и количества слоев, внутренний объем детали делается полым с сетчатым заполнением, напоминающим соты для экономии материала. При подготовке программы для 3D-принтера в специализированном программном обеспечении (программы-слайсеры) надо заранее оценить какие нагрузки будет воспринимать деталь и правильно настроить процент заполнения внутреннего объема и толщины стенки детали. Необходимо учитывать особенности пластика и, например, если при печати детали возможно коробление или отрыв от стола, то следует настроить подготовку так называемой «ножки» для лучшей адгезии детали к столу и снижения вероятности коробления. Из-за особенностей технологии, когда 3D-принтер «выращивает» деталь слой за слоем, принтер не может напечатать нависающие элементы. Для решения этой задачи используются так называемые «поддержки», которые выступают как опора для этих нависающих элементов. Если у принтера один экструдер, то поддержки печатаются тем же пластиком как и основная модель, а значит после печати эти поддержки необходимо удалить. Несмотря на то, что многие программы-слайсеры имеют достаточно гибкие настройки для конфигурации геометрии поддержки, часто удаление этих поддержек вызывает трудности и портит внешний вид детали. Поэтому, иногда, выгодно развернуть модель перед печатью так, чтобы можно было или вообще отказаться от поддержек или свести их количество к минимуму.

При проектировании 3D-моделей деталей для печати на 3D-принтере также надо учитывать особенности аддитивных технологий. Например, напечатанная деталь из-за особенностей технологии послойного выращивания имеет четко выраженную анизотропию механических свойств, поэтому следует проектировать деталь так, чтобы действующие нагрузки не разрывали ее по слоям, а при необходимости предусматривать возможность усиления напечатанной детали металлическими крепежными деталями. В некоторых случаях следует в самой модели продумать геометрию так, чтобы не требовались поддержки или самостоятельно добавить стенки, которые после

печати будет легко удалить. Также аккуратно надо работать с размерами деталей, например, при создании цилиндрических зубчатых колес, принтер хорошо справлялся при печати колес с модулем 2 мм, но с меньшим модулем возникали проблемы даже при выставлении высоты слоя в 0,15 мм. Высота профиля резьбы для печати на 3D-принтере по FDM технологии также должна быть не менее 2 мм. Кроме того, при проектировании сборок следует обращать внимание на то, что из-за особенности технологии достаточно сложно без опытной печати рассчитать нужный натяг в посадке. Даже при одинаковых настройках программы-слайсера, размеры получаемой детали из одного материала могут изменяться не только при замене одного производителя пластика на другого, но даже при использовании пластиков одного производителя, но разных цветов, разных партий или пластиков с только что открытой из упаковки катушки и катушки, оставленной открытой в помещении.

### **Обсуждения результатов**

Несмотря на все особенности и проблемы использования, технологии быстрого прототипирования успешно применяются на кафедре ТОЛК для решения различных задач: подготовка новых и усиленный ремонт старых макетов и наглядных материалов, использование 3D-принтера на дисциплинах, связанных с изучением САПР, при подготовке студентами курсовых и выпускных квалификационных работ, а также при исследовательской и проектной деятельности студентов. Наглядность, доступность и возможность самим получить смоделированную на компьютере деталь привлекают студентов и мотивируют их на освоение соответствующих дисциплин. Также наличие 3D-принтера дало возможность студентам реализовывать свои оригинальные проекты.

При этом данные технологии используются не только для студентов технических направлений подготовки, но и учащимися направлений «Лесное дело» и «Ландшафтная архитектура». Так 3D-принтер был успешно использован для печати моделей объектов природы, модели которых были получены способом фотограмметрии, изготавливаются модели для макетирования объектов озеленения, используется при изготовлении студенческих установок и т. д. Однако следует отметить, что из-за того, что у студентов естественнонаучных направлений обучения не преподаются дисциплины, затрагивающие 3D-моделирование, то в данной работе им требуется помощь преподавателей.

В качестве примера использования 3D-принтера в исследовательской деятельности студентки направления обучения «Лесное дело», которая освоив дисциплину «Машины и механизмы лесного хозяйства», изучает возможность создания новых конструкций устройств для посадки семян с закрытой корневой системой. В рамках проводимой работы поставлена задача построить упрощенный макет устройства в уменьшенном масштабе и испытать его на работоспособность. Была разработана модель конструкции будущего макета, а детали были распечатаны на 3D-принтере (рисунок 1).

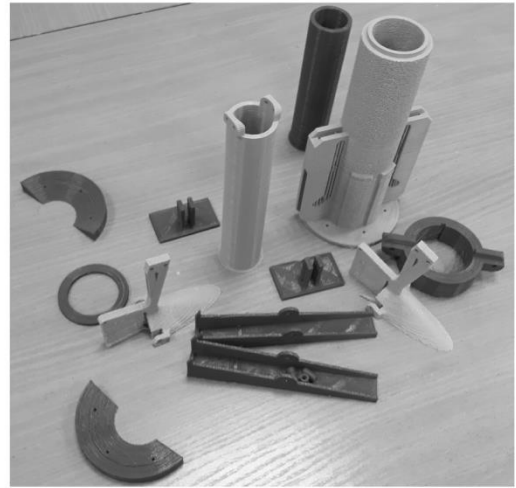
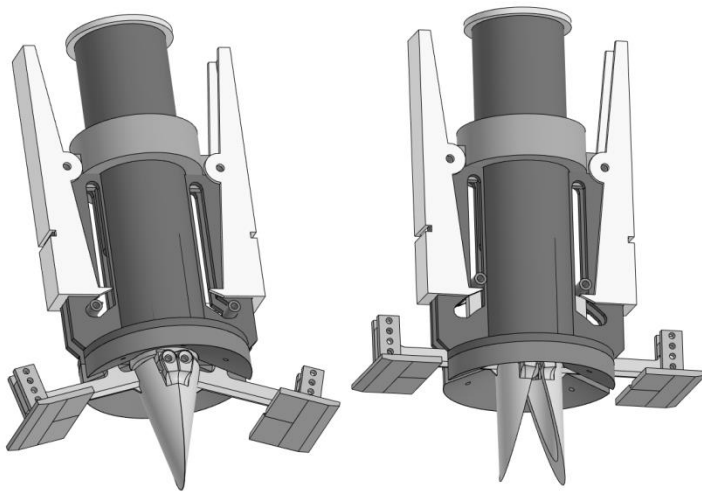


Рис. 1 – 3D-модель устройства и напечатанные на 3D-принтере детали

В настоящий момент полученные уже отделены от поддержек и подбираются резьбовые крепежные детали для сборки конструкции модели посадочного устройства.

### **Заключение**

Снижение стоимости оборудования и расходных материалов для 3D-печати позволяет сегодня успешно внедрять технологии быстрого прототипирования в учебный процесс студентов не только инженерных, но и естественнонаучных направлений подготовки. Конечно, следует учитывать сложности и ограничения этой технологии. Однако, при правильном использовании, данные технологии могут позволить как преподавателям, так и студентам реализовывать различные проекты, создавать новые учебные установки и оборудование. Кроме того, внедрение этих технологий позволяет сделать процесс обучения студентов более наглядным, понятным и интересным.

### **Список литературы**

1. Колесников, Л.А. Состояние и перспективы развития технологий быстрого прототипирования в промышленности (часть первая) / Л.А. Колесников, Г.П. Манжула, В.К. Шелег, А.М. Якимович // Наука и техника. 2013. №5. С. 3-9
2. Кушнир, Н.В. 3D-принтеры: история и технологии трехмерной печати / Н.В. Кушнир, А.В. Кушнир, А.М. Геращенко, А.Д. Тыртышный // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2015. № 6. С. 147-155
3. Фаритов, А.Т. Технология 3D-прототипирования во внеурочной деятельности учащихся основного общего образования / А.Т. Фаритов // Школьные технологии. 2019. №6. 25-34
4. Гриц М.А. Возможности 3D-технологий в образовании / М.А. Гриц, А.В. Дегтярева, Д.А. Чеботарева // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2015. №11. С. 925-927



5. Филиппова, О. А. Применение технологии трехмерной печати в учебном процессе по дисциплине «Инженерная графика» / О. А. Филиппова // Наука, техника и образование. 2015. №10 (16). С. 126-130
6. Сверчкова, А.В. Практико-ориентированная технология обучения в формировании готовности студентов техникума к профессиональной деятельности / А.В. Сверчкова // Инновационная наука. 2016. С. 206-208
7. Сухнёв, М.А. Использование 3D печати в дизайн-образовании / М.А. Сухнёв // Санкт-Петербургский образовательный вестник. 2016. №2 (2). С. 64-68
8. Каменев, Р.В. Применение 3D-принтеров в образовании / Р.В. Каменев, А.М. Лейбов, О.М. Осокина // Решетневские чтения. 2014. №18. С. 83-87
9. Гаврилюк, Б.В. Организационные и методические проблемы внедрения 3D-принтеров в учебный процесс / Гаврилюк, Б.В., Трухина Н.В. // Педагогический ИМИДЖ. 2018. №1 (38). С. 135-144
10. Зеленцов, В.В. Опыт интеграции САД-технологий и 3D-печати в учебном плане подготовки инженеров / В.В. Зеленцов, Г.А. Щеглов // Открытое образование. 2016. №5. С. 27-34
11. Доронкин, В.Г. Аддитивные технологии в системе подготовки автомеханика / В.Г. Доронкин, А.В. Зотов, И.В. Турбин // Балтийский гуманитарный журнал. 2017. №3 (20). С. 148-151
12. Анамова, Р.Р. Подготовка кадров для аддитивного производства: опыт Московского Авиационного Института / Р.Р. Анамова, В.А. Брыкин, А.В. Рипецкий // Современное педагогическое образование. 2022. №3. С. 115-121
13. Хижняк, Е.А. Аддитивные технологии в профессиональной подготовке дизайнеров / Е.А. Хижняк, Р.В. Пилюгин // Проблемы современного педагогического образования. 2019. №63-1. С. 363-367
14. Горбатов, С.В. Использование среды tinkercad и 3d-принтеров при изучении основ трехмерного моделирования / С.В. Горбатов // Поволжский педагогический вестник. 2020. №3 (28). С. 69-72
15. Игонина, Е.В., Дружинина О.В. Особенности разработки и применения FDM-технологии при создании и прототипировании 3D-объектов / Е.В. Игонина, О.В. Дружинина // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2017. №2. С. 185-193.

**УДК 796 + 618.17**

**РОЛЬ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ»  
В СОХРАНЕНИИ РЕПРОДУКТИВНОГО ЗДОРОВЬЯ ДЕВУШЕК-  
СТУДЕНТОК**

С.Л. Усольцева, Е.В. Самарина

*Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС),  
Екатеринбург*

**Аннотация.** В статье рассмотрены проблемы репродуктивного здоровья девушек-студенток. Обозначена необходимость ранней диагностики имеющих отклонений/заболеваний в данной возрастной группе. Проведен соц. опрос на наличие у

девушек факторов и симптомов, способствующих формированию различных заболеваний репродуктивной системы. В ходе исследования выяснилось, что многие из девушек не придают значение имеющимся у них проявлениям, не осознают важность регулярного обследования у соответствующих специалистов. В первую очередь это связано с отсутствием необходимых знаний о своем репродуктивном здоровье. В соответствии с этим повышается значимость расширения знаний девушек-студенток в области репродуктивного здоровья и способствующего их мотивации к раннему диагностированию имеющихся отклонений/заболеваний. Раскрыты возможности просвещения в области репродуктивного здоровья в рамках дисциплины «Физическая культура и спорт».

**Ключевые слова:** репродуктивное здоровье, студентки, оптимизация учебного процесса, физическая культура.

## **THE ROLE OF THE DISCIPLINE "PHYSICAL CULTURE AND SPORT" IN PRESERVING THE REPRODUCTIVE HEALTH OF FEMALE STUDENTS**

S.L. Usoltseva, E.V. Samarina

*Ural state University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg*

**Annotation.** The article deals with the problems of reproductive health of female students. The need for early diagnosis of existing abnormalities/diseases in this age group is indicated. Conducted social a survey on the presence of factors and symptoms in girls that contribute to the formation of various diseases of the reproductive system. During the study, it turned out that many of the girls do not attach importance to their manifestations, do not realize the importance of regular examinations by the relevant specialists. This is primarily due to the lack of necessary knowledge about their reproductive health. In accordance with this, the importance of expanding the knowledge of female students in the field of reproductive health and contributing to their motivation for the early diagnosis of existing abnormalities/diseases is increasing. The possibilities of education in the field of reproductive health within the discipline "Physical culture and sport" are revealed.

**Key words:** reproductive health, female students, optimization of the educational process, physical culture.

**Актуальность темы исследования.** Сегодня проблема охраны репродуктивного здоровья детей и молодежи обозначена как приоритетное направление национальной политики государства. Формирование репродуктивной системы девочек и девушек идет поэтапно и в значительной степени отражается не только на дальнейшем здоровье женщины, но и на здоровье будущего потомства [1].

В ходе многочисленных исследований, посвященных данной тематике, третье место среди подростков (12-18 лет) занимают нарушения менструального цикла и связанные с этим заболевания, оказывающие влияние на их дальнейшее репродуктивное здоровье. Отмечено, что симптомы, непосредственно связанные с менструацией, такие как дисменорея, диспареуния, полименорея, ХТБ могут скрывать различные пороки развития матки, воспалительные заболевания, эндометриоз [2, 3].

Другие исследователи выявили, что заболевания половой системы чаще выявляются у женщин, относящихся к группе преимущественно умственного труда и проживающих в мегаполисах [4].

Изучение вопросов умственной деятельности современного студенчества занимает особое место в психофизиологии умственного труда. Образовательный процесс в вузе ученые трактуют как умственный труд, в состав которого входит работа по приему и переработке большого объема информации, что вызывает напряжение всех видов психических процессов, в том числе и эмоциональной сферы.

В соответствии с вышесказанным, студенческий возраст по праву считается одним из критических периодов, как в социальном, биологическом, так и в психическом формировании человека. Высокая интенсивность и напряженность жизни в современном социуме, а образ жизни молодых людей, гиподинамия, различные хронические заболевания и пр. сказываются на здоровье девушек-студенток, в том числе и репродуктивном. Проанализировав научную литературу по данной теме было выявлено, что данная возрастная группа находится в зоне риска развития заболеваний половой сферы и выявление этих заболеваний на ранних стадиях имеет первостепенное значение.

Но здесь возникает другая проблема, с которой на сегодняшний день сталкиваются врачи. Девушки даже при наличии соответствующих симптомов, нечасто обращаются в женскую консультацию, что связано с отсутствием соответствующих знаний о влиянии подобной симптоматики на их репродуктивное здоровье.

В «Стратегии развития здравоохранения Российской Федерации до 2030 года» отмечена целесообразность организации просвещения о закономерностях становления и функционирования репродуктивной системы у молодежи, их родителей, педагогов [5]. В связи с этим, профилактикой и сохранением репродуктивного здоровья девушек должны заниматься не только в сфере здравоохранения, но и в системе высшего образования. В частности, это возможно при изучении дисциплины «Физическая культура и спорт».

В соответствии с Федеральным законом от 4.декабря 2007 г. «О физической культуре и спорте в Российской Федерации» [6] сохранение здоровья в современной образовательной среде является неотъемлемым требованием организации физкультурной деятельности в вузе.

Когнитивный компонент физической культуры включает в себя теоретические, методико-практические знания о сущности, ценностях физической культуры, системе формирования здорового образа жизни. Включение в данный компонент в рамках образовательного процесса информации об основных закономерностях становления и функционирования репродуктивной системы девушек по нашему мнению, позволит создать необходимую мотивацию в данной возрастной группе к регулярному медицинскому контролю у соответствующих специалистов.

Цель исследования – оптимизация теоретического материала по курсу «Физическая культура и спорт», позволяющего расширить знания девушек в области репродуктивного здоровья и способствующего мотивации девушек к

раннему диагностированию имеющихся отклонений/заболеваний среди студенток вузов.

Исследование проводилось в естественных условиях учебного процесса на базе Уральского государственного университета путей сообщения. В соответствии с целью исследования был разработан лекционный материал, раскрывающий основные закономерности становления и функционирования репродуктивной системы, а также возможные проявления различных заболеваний половой системы. Предложенный впоследствии авторский вариант анкеты, включающий в себя три блока вопросов, позволил девушкам практически оценить степень предрасположенности к заболеваниям.

В данном исследовании приняли участие 117 девушек-студенток 1-3 курсов Уральского государственного университета путей сообщения. Средний возраст студенток составил  $19,5 \pm 1,5$  лет.

Регулярно посещают гинеколога 48 % опрошенных, из них у 14,8 % выявлены гинекологические заболевания. При этом 12,6 % обращаются для получения рекомендаций по применению комбинированных оральных контрацептивов (КОК), 20,6 % девушек имеют жалобы на выраженные боли в дни менструации (дисменорея) и боли, появляющиеся во время и/или после полового акта (диспареуния). Анализ особенностей менструального цикла данной группы показал следующие результаты. Время менархе составило в среднем  $12,5 \pm 0,7$  лет, длительность менструального цикла –  $26,6 \pm 0,28$  дня, а продолжительность менструального кровотечения  $5,8 \pm 0,2$  дня, что в общем, соответствует физиологической норме. Однако, рассматривая в отдельности каждый показатель, было установлено, что полименорея наблюдается у 7 % респондентов, олигоменорея – 14,3 %, меннораргия – 25,5 % от числа общего числа опрошенных. Гиперменорея зафиксирована у 17,4 %, а гипоменорея у 11,2 %. Наличие предменструальных и/или постменструальных мажущих кровянистых выделений более двух дней – 11,2 %. Альгодисменорея выявлена у 68,4 % девушек.

При определении сексуальной активности выявлено, что половой жизнью живет 48,8 % опрошенных. Дебют начала половой жизни пришелся на возраст 14-15 лет – 9,9 %, пик резкой сексуальной активности в возрасте 16-18 лет (38,9 %). Из них только 12,6 % применяют комбинированные оральные контрацептивы по назначению врача, презервативами пользуются 52,8 % опрошенных, прерванный половой акт – 11,9 %, экстренную контрацепцию используют 16,9 %, спермициды – 5,8 % девушек.

**Выводы:**

1. В процессе обучения в вузе девушки-студентки попадают в группу риска, связанного с постоянным стрессом, возникающим на фоне повышенного эмоционального напряжения, нерегулярного питания и нарушения режима труда и отдыха и прочими составляющими образа студенческой жизни, что могут формироваться различные заболевания репродуктивной системы.

2. Учитывая, что первичная дисменорея, альгодисменорея, диспареуния, полименорея, олигоменорея, меннораргия, гипер- и гипоменорея, наличие пред-

и/или постменструальных мажущих кровянистых выделений являются факторами риска появления целого ряда гинекологических заболеваний, наличие у девушек данных факторов не стоит игнорировать и показывает на необходимость регулярного посещения гинеколога.

3. Особую озабоченность вызывает ранее начало половой жизни и неосведомленность девушек о правилах применения контрацепции. При этом нежелательная беременность и последующие аборты также создают предпосылки для роста гинекологических заболеваний.

4. Для ранней диагностики имеющихся отклонений/заболеваний репродуктивной системы и коррекции репродуктивного поведения студенток необходимо регулярное посещение гинеколога. Рекомендованная специалистами посещаемость – не реже одного раза в год, начиная с девяти лет. Как показало наше исследование, больше половины девушек не посещают гинеколога. После беседы выяснилось, что многие из них не придают значение имеющимся у них факторам и симптомам, не осознают важность регулярного обследования у соответствующих специалистов. В первую очередь это связано с отсутствием необходимых знаний о своем репродуктивном здоровье.

Таким образом, значимость формирования знаниявого компонента о репродуктивном здоровье и поведении в данной возрастной группе является актуальной. В соответствии с этим включение в лекционный курс по теме «Здоровый образ жизни» материала, связанного с репродуктивным здоровьем позволит повысить уровень необходимых знаний о влиянии различных факторов на развитие их половой сферы, способах ее регулирования, правилах сексуального поведения и как следствие, создаст необходимую мотивацию к регулярному посещению гинеколога.

### Список литературы

1. Концепция демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года. – URL: <https://base.garant.ru/191961/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> (дата обращения: 20.07.2022) . - Текст : электронный.

2. Сибирская, Е.В. Анализ гинекологической заболеваемости девочек и девушек в Москве / Е.В. Сибирская, Л.В. Адамян, И.Е. Колтунов, С.А. Короткова, Е.И. Полякова, А.П. Геворкян, П.И. Пахомова // Проблемы репродукции. 2017. Т. 23. № 6. С. 60-65.

3. Адамян, Л.В. Иммунологические аспекты эндометриоза. Обзор литературы / Л.В. Адамян, К. Н. Арсланян, О. Н. Логинова, Л. М. Манукян, Э.И. Харченко // Лечащий врач 2020. № 4. С. 37-47.

4. Игенбаева, Е.В. Эндометриоз – вопросы прежние... / Е.В. Игенбаева, Т.В. Узлова, Е.Л. Куренков // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 6. С. 58-59. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25557> (дата обращения: 20.07.2022) . - Текст : электронный.

5. Стратегия развития здравоохранения Российской Федерации на долгосрочный период 2015-2030 гг. – URL: <https://gigabaza.ru/doc/153687.html> (дата обращения: 20.07.2022) . - Текст : электронный.

6. Федеральный закон от 04.12.2007 N 329-ФЗ (ред. от 06.03.2022) "О физической культуре и спорте в Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.06.2022) – URL: <https://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-04122007-n-329-fz-o/> (дата обращения: 20.07.2022) . - Текст : электронный.

Научное издание

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ: ПРОБЛЕМЫ,  
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Материалы XII Всероссийской научно-практической  
конференции с международным участием

25-26 ноября 2022 г.

Дизайн обложки Е.А. Корнеев

Режим доступа:

[https://www.rubinst.ru/sites/default/files/files/science/conference\\_materials/technical\\_collection-22.pdf](https://www.rubinst.ru/sites/default/files/files/science/conference_materials/technical_collection-22.pdf)