

СТУДЕНТ  
И НАУКА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



- АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО
- ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ
- ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
- ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ
- ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

ФГБОУ ВО «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

# СТУДЕНТ И НАУКА

Научный журнал

Выпуск № 3 (22), 2022

СТУДЕНТ И НАУКА  
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

**Журнал выходит 4 раза в год**

Журнал «Студент и наука» является мультидисциплинарным. В журнале публикуются результаты научных исследований молодых ученых, студентов, аспирантов и соискателей по следующим направлениям: архитектура и строительство, экономика и управление, технические науки, естественные и общественные науки.

**Редакционная коллегия**

Главный редактор – канд. техн. наук, доц. Драпалюк Н.А.;  
зам. гл. редактора – канд. техн. наук, доц. Хахулина Н.Б.

**Члены редколлегии:**

Ряжских В.И., д-р техн. наук, проф.,  
Небольсин В.А., д-р техн. наук, проф.,  
Бурковский А.В., канд. техн. наук, доц.,  
Пасмурнов С.М., канд. техн. наук, проф.,  
Красникова А.В., канд. экон. наук, доц.,  
Подоприхин М.Н., канд. техн. наук, доц.,  
Панфилов Д.В., канд. техн. наук, доц.,  
Колосов А.И., канд. техн. наук, доц.,  
Енин А.Е., канд. архитектуры, проф.,  
Еремин В.Г., канд. техн. наук, проф.,  
Баркалов С.А., д-р техн. наук, проф.,  
Склярков К.А., канд. техн. наук, доц.,  
Чумарный В.П., канд. техн. наук, доц.,  
Сергеева С.И., канд. техн. наук, доц.,  
Белоусов В.Е., канд. техн. наук, доц.,  
Жугаева Е.Н., канд. экон. наук, доц.,  
Капустин П.В., канд. архитектуры, проф.,  
Шевченко Л.В., канд. техн. наук, доц.,  
Сергеев М.Ю., канд. техн. наук, доц.,  
Серебрякова Е.А., канд. экон. наук, доц.

**Ответственный секретарь** – старший преподаватель кафедры жилищно-коммунального хозяйства Дудкина Е.Ю.

**Учредитель и издатель:** ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», **адрес:** 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84.

**Адрес редакции:** 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, тел.: (473) 271-28-92

E-mail: vgasu.gkh@gmail.com

12+

## СОДЕРЖАНИЕ

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО	4
К. Н. Субботина, Е. А. Шаламова	4
ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	4
А.В. Иода, А.В. Исанова	11
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ 3D СКАНИРОВАНИЯ: ФОТОГРАММЕТРИЯ, ТРИАНГУЛЯЦИЯ, СТРУКТУРИРОВАННЫЙ СВЕТ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	11
ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ	16
А. М. Сенин, М. Н. Файзуллаева, М.И. Гальченко	16
ОБРАБОТКА И ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАТАСЕТА	16
Н.В. Саввин, К.А. Андреева, Н.С. Печкуров, Р.С. Черемисин	24
ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РОССИИ	24
К. Н. Субботина, А. В. Кучева	28
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ВЕЛОСИПЕДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПЕРМСКОГО КРАЯ	28
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	34
А. С. Овчинников, М. Н. Жерлыкина	34
ВОПРОСЫ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ВЫБРОСОВ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ	34
Л.В. Леонтьева, М.И. Гальченко	40
ДИНАМИКА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЕЭС РОССИИ В 2019-2021 ГОДУ	40
Д.Д. Киселёва, М.А. Чесноков, А.В. Лебедева, О.А. Киселёва	45
ЭЛЕКТРОПРИВОД С БЕСКОНТАКТНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА БЕСПИЛОТНОГО АППАРАТА ДЛЯ ЛЕТАЮЩЕЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ	45
Д.С. Лазарев, Н.Б. Хахулина	48
ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ	48
С.И. Горожанкин, Е.Ю. Дудкина, Д.А. Драпалюк	54
АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОХРАННОСТИ ЖИЛОГО ФОНДА Г. ВОРОНЕЖ	54

## АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 69.035.4

Пермский национальный политехнический университет  
студент группы ПГС-19-1б строительного факультета  
Субботина К. Н.  
Россия, г. Пермь, тел.: +7-932-335-02-13  
e-mail: ksu.subb@mail.ru

Perm National Research Polytechnic University  
Student of group PGS-19-1b civil engineering faculty  
Subbotina K. N.  
Russia, Perm, tel.: +7-932-335-02-13  
e-mail: ksu.subb@mail.ru

Пермский национальный политехнический университет  
старший преподаватель кафедры строительного производства и геотехники  
Шаламова Е. А.  
e-mail: shalamova.pstu@yandex.ru  
Россия, г. Пермь

Perm National Research Polytechnic University  
Senior Lecturer in the Department of Construction production and geotechnics  
Shalamova E. A.  
e-mail: shalamova.pstu@yandex.ru  
Russia, Perm

К. Н. Субботина, Е. А. Шаламова

### ИСТОРИЯ ОСВОЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация: Целью данной статьи является изучение истории освоения человеком подземного пространства с древнейших времен до наших дней. В данной статье рассмотрены наиболее яркие примеры подземного строительства различных эпох. Также была показана эволюция подземных сооружений от естественных полостей в горах до сложных систем современных подземных городов, приведена классификация подземных сооружений и рассмотрены перспективы развития подземного строительства.

Ключевые слова: подземное строительство, подземные сооружения, архитектура, пещеры.

К. N. Subbotina, E. A. Shalamova

### HISTORY OF MASTERING OF UNDERGROUND SPACES IN CONSTRUCTION

Introduction: The aim of this article is researching the history of human mastering of underground spaces since the most ancient times to the present day. In this article considered the most prominent examples of underground construction from different ages. Also an article showed the evolution of underground constructions from natural cavities in the mountains to complex systems of modern underground cities, classified underground constructions and considered development perspective of underground construction.

Keywords: underground construction, underground constructions, architecture, caves.

#### Введение.

В условиях современных высоких темпов урбанизации образ таких крупнейших мегаполисов мира как Токио, Сеул, Шанхай, Нью-Йорк, Сан-Паулу и других неразрывно связан с освоением подземных пространств. Жители крупных городов уже не могут представить себе жизнь без объектов подземного строительства, ставших для них обыденными: подземных паркингов, сетей метро, подземных сетей инженерно-технического обеспечения. Нарастающая тенденция к сохранению природных ландшафтов в городской среде с целью повышения комфорта и снижению уровня стресса также положительно влияет на количество строящихся подземных объектов общественного назначения. В XXI веке большие города все активнее растут не только вверх и вширь, но и в глубину благодаря интенсивному развитию прогрессивных строительных технологий.

На сегодняшний день подземное строительство – это перспективное и активно развивающееся направление строительной отрасли, обладающее огромным потенциалом. Имея цель реализовать этот потенциал, специалистом сферы строительства необходимо ознакомиться и проанализировать исторические этапы становление освоения подземного пространства.

Цель исследования: изучение истории освоения подземного пространства в строительстве.

### **Освоение подземного пространства в Первобытное время.**

Освоение человеком подземного пространства началось одновременно со становлением строительной деятельности еще в эпоху Каменного века. К самым древним прототипам современных подземных сооружений принято относить естественные пещеры и пустоты в скальных породах, которые служили нашим предкам укрытием от хищников и непогоды. Археологические раскопки и исследования свидетельствуют о факте использования первобытными людьми природных подземных полостей еще 700-800 тыс. лет тому назад.

Около 2000 года до н. э. человек начал высекать себе жилища в скалах. Пещерные комплексы существуют почти во всех странах и горных цепях по всей планете: от Кордильер до Гималаев, и от Кавказа до Драконовых гор. Самые древние из них – Большая и Малая пещеры Чжоукоудянь в Северном Китае, где примерно 250 тыс. лет назад обитал синантроп. Самые древние подземные сооружения на территории России и стран постсоветского пространства – это жилые пещеры и землянки, созданные во времена позднего палеолита и неолита. Более знаменита Капова (Шульган-Таш) пещера, расположенная на южном Урале. Она являет собой комплекс значительного количества больших и малых пещер, расположенных в несколько ярусов и связанных друг с другом переходами и трещинами в скалах. К этому же промежутку времени относится строительство могильников в горных системах Кавказа и Алтая [1].

В эпоху неолита (III—I тыс. лет до н.э.) человек научился строить искусственные подземные сооружения – землянки. Одним из первых видов возведенных человеком подземных сооружений являются дольмены – погребальные и культовые курганы, построенные открытым способом из больших камней и засыпанные грунтом. Около г. Канны (Франция) имеется дольмен, представляющий собой 10 круглых подземных помещений, соединенных между собой переходом.

Рассматривая историю освоения подземных пространств в строительстве, нельзя не упомянуть одну из величайших цивилизаций Древнего мира – Древний Египет. За почти 40 веков существования древнеегипетская цивилизация оставила после себя потрясающее архитектурное наследие. Одним из выдающихся памятников истории этого периода, сохранившихся до наших дней, является пирамида фараона Джосера (рис. 1). Ее строительство осуществлялось около 2650 года до н.э. Пирамида имеет ступенчатую конструкцию, под которой расположено большое количество погребальных камер, соединенных между собой сложной и запутанной системой переходов (тоннелей). С поверхностью подземный комплекс соединяется одной центральной шахтой.

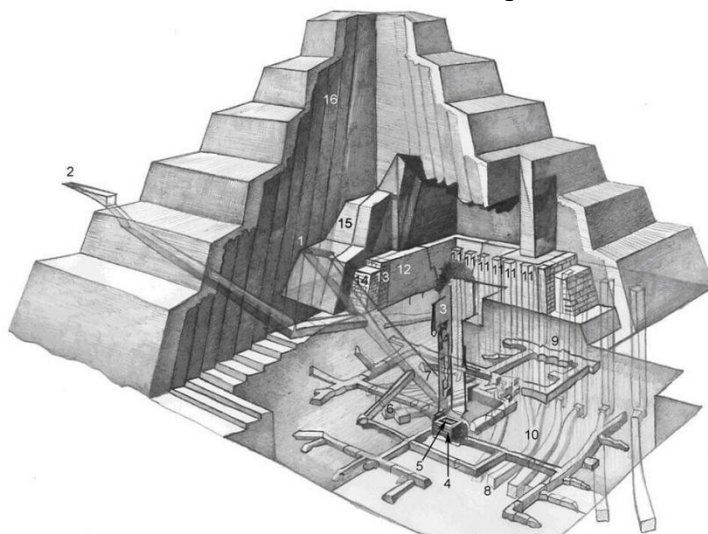


Рис. 1. Пирамида царя Джосера

Освоение подземного пространства в Первобытное время в большой степени было обусловлено религиозной и ритуальной деятельностью древних людей.

### **Освоение подземного пространства в эпоху Античности.**

В эпоху Античности (VIII в. до н. э. – V в. н. э.) произошел скачок в развитии строительной деятельности человека. Произошел переход от освоения существующих природных образований – пещер – к повсеместному строительству подземных сооружений.

К этому периоду относится строительство достаточно протяженных тоннелей для водоснабжения городов, например, тоннель длиной 1,6 км на острове Самос, подводный тоннель под рекой Евфрат [1].

Уникальным по масштабам и техническим решениям было строительство подземных городов в Каппадокии (историческая область на востоке современной Турции), начавшееся в I-II вв. до н.э. Одним из таких подземных городов является Деринкую. Здесь люди в течение многих веков хоронились от вражеских набегов, религиозных преследований и других опасностей. Подземный город распространяется на глубину около 60 м (8 ярусов). В древние времена Деринкую мог приютить до 20 тысяч человек вместе с продовольствием и домашним скотом. Размеры подземного города настолько обширны, что по мнению ученых на сегодняшний день исследовано лишь 10-15% от объема всего подземного города. В целом на территории Каппадокии существует 36 подземных городов. Дошедшие до наших дней горные выработки дают возможность судить о хорошо продуманной системе сбора и отвода дождевой воды и других технических решениях, обеспечивавших автономную жизнь подземного города [2].

Большое число пещерных храмов было возведено в Древней Индии в период со II века до н.э. по VI век н.э. Индийская культовая архитектура распространилась во многих странах Азии, особенно на юго-востоке континента: в Камбодже, Индонезии, Шри-Ланке, Афганистане, Китае, Мьянме и других.

Самыми известными захоронениями являются Римские катакомбы, расположенные в Италии под Римом и его окрестностями. Строительство катакомб началось в I веке до н.э. и достигло пика в III – IV веках н. э. Катакомбы составляли комплекс подземных выработок шириной от 1 до 1,5 м и высотой до 4 м, располагающихся в несколько ярусов и связанных друг с другом переходами (тоннелями). Катакомбы состояли из индивидуальных гробниц по стенам переходов и камерных выработок различного размера. Малые выработки – кубикулы (от лат. *cubo* – «лежать»), семейные склепы; средние выработки – крипты (от др.-греч. *κρυπτή* – «крытый подземный ход; тайник») – небольшие церкви; большие выработки – капеллы (от позднелат. *сарра* — «накидка, часть облачения католического священника»), церкви для большого количества посетителей. По подсчетам в Римских катакомбах погребено около 6 млн. тел. Похожие сооружения имеются по всей территории современной Италии, например, в Неаполе, Сиракузах, Палермо и других древних римских городах.

Большим количеством подземных культовых сооружений отличается Киевская Русь. Киев имеет сильно развитую подземную систему религиозных объектов. В составе системы имеются сотни подземных сооружений разного назначения, древнейшие из которых были созданы еще во времена неолита.

### **Освоение подземного пространства в эпоху Средневековья.**

Средневековье (V - XII вв.) характеризуется распространением строительства подземных объектов в религиозных целях.

Приблизительно в IV веке в Армении был основан немалоизвестный монастырь Гегард, впечатляющий своей подземной архитектурой. Строительство данного монастыря началось с пещерного монастыря Айриванк, расположившегося в естественных и искусственных пещерах. В течение IX и X веков монастырь был подвержен многократным нападениям арабских захватчиков, поэтому до наших дней не сохранилась ни одна из первоначальных построек. Существующий же ансамбль Гегард был возведен в XII – XIII веках.

Варяжские пещеры Киево-Печерской Свято-Успенской Лавры, расположенные под Киевом (рис. 2), первый раз упомянуты в 1013 году. В их составе имеются 9 подземных коридоров, сооруженных примерно в первой половине XI века и двух монашеских келий, которые были достроены позднее, в XI и XV – XVII веках.

## СХЕМА БЛИЖНИХ ПЕЩЕР

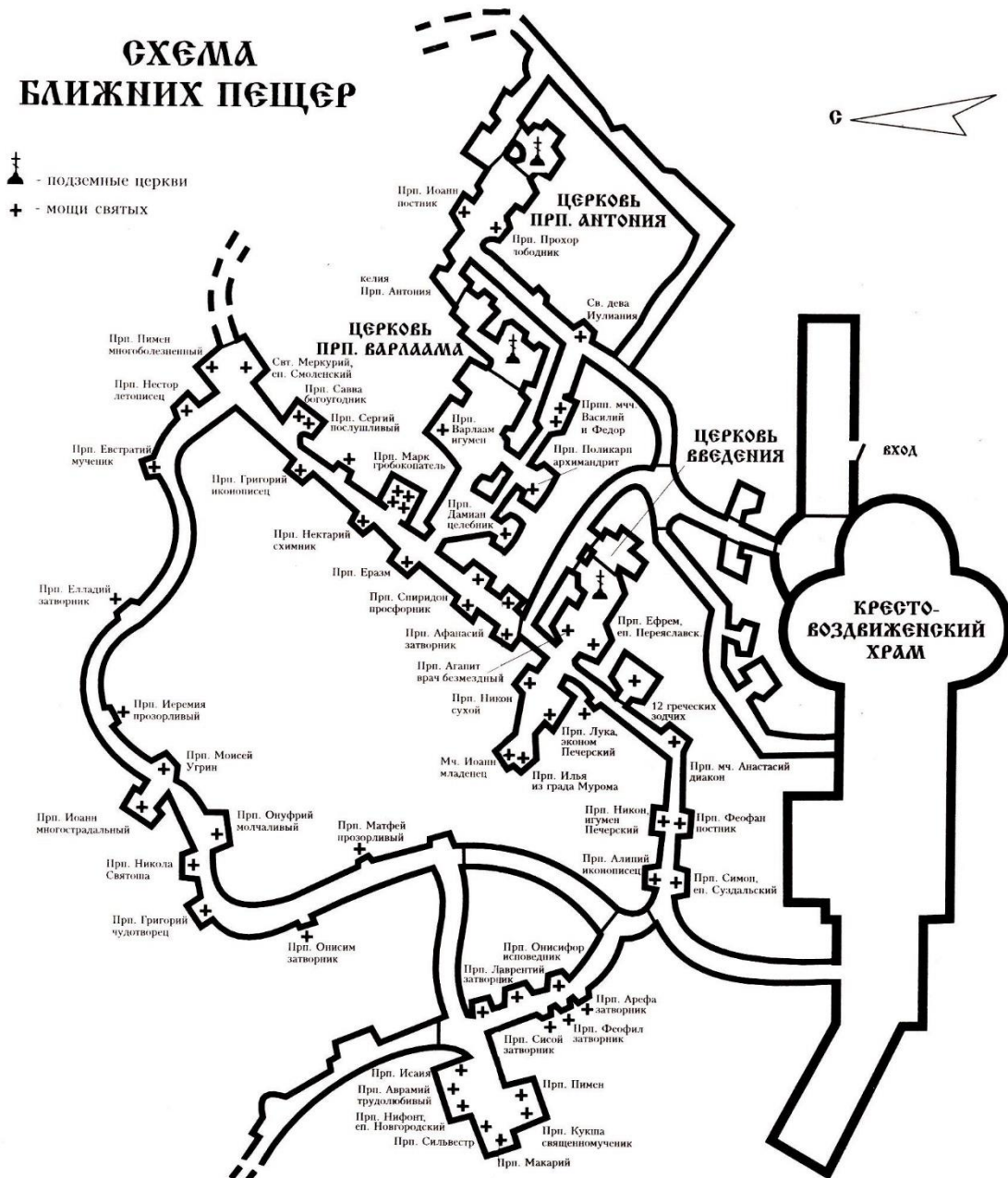


Рис. 2. Схема пещер Лавры

Кроме того, в скалах возводились жилые, культовые, военные и другие сооружения. Системы оборонных сооружений крепостей и замков непременно содержали подземные ходы. Полости в скалах вырубали киркой. Причина, по которой люди прибегали к такому способу строительства жилища, проста – отсутствие иных материалов для строительства, таких как, например, дерево. Было гораздо удобнее высечь незаметное для врагов убежище в скале.

Существуют целые многоэтажные и многокилометровые комплексы жилищ, высеченных в отвесных скалах. Массивный подземный комплекс пещер Вардзиа (XII — XIII в.) (рис. 3) включал в себя около 500 крупных выработок, развернутых в 5-6 ярусах над р. Кура. Комплекс был снабжен системой сбора и отвода дождевой воды, своеобразной



канализацией, и иных средств обеспечения жизни подземного города. Похожие подземные постройки также возводились в Китае, Болгарии и других странах.



Рис. 3. Пещерный город Вардзиа

### **Освоение подземного пространства в Новое время.**

Новое время (середина XII – начало XX вв.) знаменуется активным строительством инженерных коммуникаций.

В Европе строительство инженерных сетей начало активно осуществляться в XV – XVI веках. Например, парижская канализация включала в себя около 200 незадокументированных тоннелей разных размеров. Сеть канализации была реконструирована и расширена, в результате чего уже к 1878 г. общая длина тоннелей канализации составляла 600 км. Первый водопровод в Москве был сооружен только в 1633 году на территории Кремля. Инженерные сети и коллекторы стали укладывать под землей лишь в середине XIX века.

В XVII – XIX веках во Франции началось строительство судоходных тоннелей между реками и каналами. В это же время Англия – главная соперница Франции в борьбе за мировое господство – также начала осваивать подземное тоннелестроение. Всего за этот период двумя крупнейшими экономическими и политическими державами были построены около 60 судоходных тоннелей.

Первый железнодорожный тоннель был возведен в 1826-1830 гг. в Англии между двумя крупными промышленными центрами страны – Ливерпулем и Манчестером. Длина линии составляла 1190 м.

Важнейшим и прорывным событием в освоении подземного пространства было строительство первого метрополитена. В 1862 г. был открыт Лондонский метрополитен. Сначала использовались поезда на паровой тяге, но это доставляло неудобства и создавало аварийные ситуации, так как тоннели были заполнены копотью и паровозным дымом. Позднее был совершен переход на поезда с электрической тягой. Метро позволяло снизить нагрузку потока улиц, сэкономило место на земле, при этом было удобным и уменьшало время поездки.

Парижский метрополитен – один из старейших в Европе. Сами термины «метро» и «метрополитен» получили всемирное распространение именно благодаря парижскому метрополитену: *métropolitain* от греч. *metrópolis* — «главный город, столица»; *Métro de Paris* – сокращение от первоначального названия *chemin de fer métropolitain* – с фр. «столичная железная дорога». Метро Парижа проектировалось еще в 1845 г. и только для грузовых перевозок. К проекту вернулись лишь в 1871 г. Окончательный проект был утвержден в 1886 г. Строительство метро началось в 1898 г. Метро как наиболее удобный и эффективный вид городского транспорта покорило многие города. В это же время метро было построено в Будапеште (1896), Глазго (1896), Берлине (1902), Гамбурге (1912) [3].

### **Освоение подземного пространства в Новейшее время.**

Новейшее время (1918 г. – по настоящее время) характеризуется строительством подземных сооружений различного назначения и всевозможных конфигураций.

Метро стало строиться повсеместно. Открытие первой очереди Московского метрополитена состоялось 15 мая 1935 г.

Тоннель под проливом Ла-Манш был открыт 6 мая 1994 г. Тоннель имеет протяженность около 51 км, из них 39 км под дном моря. Транспортный комплекс представляет собой систему из трех тоннелей: два перегонных однопутных железнодорожных тоннеля наружным диаметром 8,36-8,72 м и один расположенный между ними служебный тоннель диаметром 5,38-5,77 м [4].

Самые объемные горные автомобильные и железнодорожные тоннели построены в Австрии, Швейцарии, Италии, Франции, Норвегии, Швеции, на территории бывшей Югославии, а также в Японии [5].

Подземное пространство активно использовалось для возведения промышленных предприятий. В Германии еще во время Первой Мировой войны было сооружено первое подземное хранилище, а в 1917 г. – первый подземный завод точных приборов. После окончания Второй Мировой войны строительство подземных заводов особенно усилилось. Во второй половине XX века началось строительство подземных гидротехнических сооружений. Это очень сложные и трудоемкие объекты по сравнению с рассмотренными [6].

Получила новый виток идея строительства автономного подземного города. Самый известный из подземных городов – Underground Montreal City, расположенный в Монреале, Канада. Эта крупнейшая подземная городская сеть одновременно является крупнейшим подземным торговым комплексом в мире. Здесь есть жилые дома, магазины, университеты, банки, офисы, театры, школы, стадионы и галереи. Здания связывают между собой 32 км пешеходных тоннелей, 76 подземных улиц, а также автобусы и поезда метро [7].

В наши дни к более распространенным видам подземных сооружений относятся гаражи и автостоянки, спортивные и рекреационные помещения, помещения для зрелищных мероприятий, сооружения промышленно-технологического назначения, убежища гражданской обороны, пешеходные и автотранспортные тоннели [8].

### **Перспективы использования подземного пространства в строительстве.**

Взрывной рост городов в развивающихся странах, меняющаяся демография и стареющая инфраструктура в сочетании со спросом на улучшение условий жизни и защиту окружающей среды создают большой спрос на новую подземную инфраструктуру. Вместе с этим обнаруживаются градостроительные ошибки прошлого, для исправления которых требуются перемещения существующих объектов под землю, в то же время эти объекты блокируют доступ к благоприятным геологическим слоям, а подземные транспортные тоннели вынуждены постепенно углубляться, чтобы занять удобное для эксплуатации положение [9].

Одним из больших преимуществ подземных пространств является относительно ограниченная стоимость строительства при достаточном качестве горной массы. В то время как стоимость наземного строительства растет все более устойчивыми темпами, стоимость подземных помещений остается более или менее стабильной, но все равно высокой, чтобы использовать подземное строительство повсеместно.

Экономические аспекты ошибочно остаются главным препятствием для использования подземного пространства. Первоначальная стоимость строительства подземных сооружений, как правило, выше, чем стоимость строительства на открытом воздухе, но подземные сооружения имеют свои плюсы по сравнению с открытым строительством, в том числе в долгосрочной перспективе.

Применение подземного строительства обосновано разнообразными причинами. Для продолжения освоения подземного пространства имеются все основания и, конечно же, подземное строительство будет применяться и в дальнейшем [10].

#### Заключение.

С самого начала человеческой деятельности многочисленные причины побуждали человечество использовать и развивать подземное пространство. Подземные работы всегда были трудоемкими, но это не помешало использовать их на очень ранней стадии развития человечества, о чем свидетельствуют подземные раскопки. Жилища первобытных людей были важной вехой в использовании подземного пространства человеком. Во все века подземные сооружения широко использовались в горных и оборонительных целях. Сложно вообразить размеры огромных пещерных комплексов, созданных человеком, и количество усилий, приложенных к их сотворению. Масштабы древних памятников архитектуры действительно впечатляют.

Однако наиболее бурный рост использования подземных работ возник только в XIX и особенно в XX веках благодаря импульсу экономического развития.

В условиях большого скопления людей в ограниченном пространстве возникла необходимость использования недр для размещения все большего числа служб в городских условиях. Подземное гражданское строительство стремительно развивается. Подземные пути сообщения очень удобны, они используются повсеместно. А подземные города энергоэффективны и самостоятельны, но мало кто решится на осуществление такого грандиозного проекта. Подземное строительство активно используется прямо сейчас, а в будущем будет использоваться еще больше. Подземное строительство может решить многие вопросы и удовлетворить запросы человечества.

#### Библиографический список

1. Симутин А. Н. История освоения подземного пространства. - Москва: НИУ МГСУ, 2015. – 61 с.
2. Шульгин П. Н. История освоения подземного пространства. - [Электронный ресурс]: Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: <https://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-osvoeniya-podzemnogo-prostranstva/viewer>;
3. Конюхов Д. С. Использование подземного пространства. - Москва: Архитектура-С, 2004. – 296 с.
4. Горная энциклопедия. - [Электронный ресурс] <http://www.mining-enc.ru>
5. Штоль Т. М., Теличенко В. И., Феклин В. И. Технология возведения подземной части зданий и сооружений. - Москва: Стройиздат, 1990. – 288 с.
6. Пономарев А. Б., Винников Ю. Л. Подземное строительство. Пермь: Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2014. – 262 с.
7. Лысиков Б. А., Кауфман Л. Л. Подземная инфраструктура городов (опыт зарубежного строительства). - Донецк: Норд-Пресс, 2004. – 267 с.
8. Конюхов Д. С. Строительство городских подземных сооружений мелкого заложения. - Москва: Архитектура-С, 2005. – 304 с.
9. Теличенко В.И., Зерцалов М.Г., Конюхов Д.С., Королевский К.Ю., Король Е.А. Современные технологии комплексного освоения подземного пространства мегаполисов. - Москва: АСВ, 2010. – 361 с.
10. Макаров В. В., Хрулев Ю. А., Хрулев Е. А. Эффективность использования подземного пространства мегаполисов - [Электронный документ]: Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-podzemnogo-prostranstva-megapolisov/viewer>.

УДК 69: 681.51; 620.98

Воронежский государственный технический университет  
студент группы мТЭЗ-201 факультета инженерных  
систем и сооружений

Иода А.В.

Россия, г. Воронеж, тел.: +7 952 548-77-76

Воронежский государственный технический университет  
канд. техн. наук, доцент кафедры жилищно-  
коммунального хозяйства

Исанова А.В.

Россия, г. Воронеж, тел.: +7-906-677-97-73

e-mail: a.isanova@bk.ru

Voronezh State Technical University  
Student of group mTEZ-201 faculty of engineering  
systems and constructions

Ioda A.V.

Russia, Voronezh, tel.:+7 952 548-77-76

Voronezh State Technical University  
Associate professor of the department of housing and  
communal services

Isanova A.V.

Russia, Voronezh, tel.: +7-906-677-97-73

e-mail: a.isanova@bk.ru

А.В. Иода, А.В. Исанова

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ 3D СКАНИРОВАНИЯ: ФОТОГРАММЕТРИЯ, ТРИАНГУЛЯЦИЯ, СТРУКТУРИРОВАННЫЙ СВЕТ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Аннотация. В статье представлена информация о применении технологии 3D сканирования при обследовании памятников архитектурного наследия. Собрана информация о том, каким образом данные 3D сканирования могут способствовать в достижении глобальных целей по сохранению культурных ценностей прошлого. В работе были выделены и описаны преимущества всех видов сканирования от классических до новейших методов.

Ключевые слова: 3D сканирование, триангуляция, фотограмметрия, структурированный свет.

A.V. Ioda, A.V. Isanova

## COMPARATIVE ANALYSIS OF 3D SCANNING TECHNOLOGIES: PHOTOGRAMMETRY, TRIANGULATION, STRUCTURED LIGHT IN THE EXAMINATION OF ARCHITECTURAL HERITAGE MONUMENTS

Introduction. The article provides information on the use of 3D scanning technology in the examination of architectural heritage monuments. Information has been collected on how 3D scanning data can contribute to achieving global goals for the preservation of cultural values of the past. The paper highlights and describes the advantages of all types of scanning from classical to the latest methods.

Keywords: 3D scanning, triangulation, photogrammetry, structured light.

За последние годы 3D-сканирование стало необходимым для формирования и долгосрочного хранения документации, касающейся памятников культурного наследия. 3D-записи объектов, памятников и реликвий с высочайшим разрешением дают возможность нам исследовать и изучать их, сохраняя полученные 3D-модели с их особенными цветовыми решениями. Обязательным компонентом работы считается запись объектов с максимальным разрешением, архивирование, для дальнейшего их анализа по мере развития технологического прогресса. Иногда рассматриваемые модели требуется материализовать, что без использования 3D-технологий практически невозможно [1].

Цифровые технологии прежде ассоциировались с виртуальными, но ныне появилась возможность их приведения к виду трехмерных объектов, используя 3D-технологии.

Разрушение объектов культурного наследия, вызванное туризмом, войнами, вандализмом, действием времени, некачественным ремонтом и стихийными бедствиями, привели к переоценке значимости сохранения первичных изображений с высочайшим разрешением [2, 3, 4]. Такая позиция ведет к пересмотру отношений между оригиналом и подлинником.

Четкие и точные изображения первоисточников стали доступны из-за достижений в области 3D-моделирования и широкого диапазона способов обработки изображений [5].

Есть большое количество всевозможных способов 3D сканирования, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки - ни один из них не является совершенным [6, 7]. Для 3D-модели может быть использован большой масштаб, фиксируя топографию ландшафта с больших расстояний, или наоборот, маленький, для документирования деталей, которые нелегко оценить человеческому глазу - визуализация для исследования или же прогноза состояния [8].

Цифровые 3D-модели применяются для самых различных целей в самых разнообразных секторах промышленности и строительства [4, 6-9]. 3D-сканер — это прибор, которое подвергает анализу объект или же находящуюся вокруг среду для сбора данных о его форме и его наружном облике, в том числе о цветовом решении. Эти собранные данные позволяют создать цифровые трехмерные модели. Лазерное 3D-сканирование — это разработка, которая использует лазер для измерения геометрических характеристик объекта и создания цифровой 3D-модели на базе полученных данных. Данная разработка необходима в областях проектирования, дизайна, прототипирования и т.д. [10].

Можно выделить несколько видов 3D сканирования: активные и пассивные, контактные и бесконтактные [10-14].

Более детально разберем контактные сканеры, данный вид сканеров спроектирован по принципу обвода модели высокочувствительным щупом, благодаря ему в компьютер передаются трехмерные координаты сканируемой модели.

3D-сканеры относящиеся к бесконтактным изготавливаются на основе трех технологий:

- фотограмметрия;
- структурированный свет;
- триангуляция.

3D-сканеры, использующие технологию триангуляции, относятся к активным сканерам, для получения конечного результата они используют лазерный луч, для сканирования объекта. Устройства передают на объект сканирования лазер, камера фиксирует расположение точки, в том месте, где прошел лазер. Технология, относящаяся к триангуляции, называется так потому, что лазерный луч, лазерный излучатель и камера образуют треугольник. Одна сторона треугольника известна – это расстояние между камерой и лазерным сканером. Еще известен угол лазерного излучателя. Угол камеры можно определить по расположению лазерной точки в поле обзора камеры. Данные показатели определяют размер треугольника и форму, указывая на расположение угла лазерной точки. Для того чтобы ускорить процесс получения данных используют лазерную полосу.

Технология лазерного сканирования основана на применении оптически направленных лазерных лучах, они позволяют качественно и точно создавать траекторию системы. До 1990-х годов GNSS-IMU технология являлась недоступной для коммерческого использования. Однако, рынок технологий совершил рывок, особенно с развитием технологий волоконно-оптических гироскопов (FOG) и микро-электромеханических систем (MEMS).

3D-сканеры, использующие технологию структурированный свет, на поверхности объекта проецируют геометрические узоры, в свою очередь камера фиксирует искривление изображения. Опираясь на то, что смещение рисунка, возможно рассчитать с помощью местоположение каждой точки. Так как шаблоны спроецированы из одной точки наблюдения за один раз, нужно объединить множество 3D-сканов, чтобы сшить полную картинку в 360 °. Одни производители обходят это ограничение, устанавливая объект на вращающемся столе и автоматически сшивает 3D-изображения. Такие сканеры довольно точны, разрешение составляет десятки микрометров. В отличие от триангуляционных лазерных 3D-сканеров, эта технология абсолютно безопасна для людей и животных.

Диапазон 3D сканирования ограничен несколькими метрами. Технология структурированного света применяется как в стационарных, так и в портативных 3D-сканерах.

Фотограмметрия – способ, позволяющий получить из двумерных снимков, 3d модели территории и объекта. Оператор получает точные координаты прямоком с модели, а методика зачастую используют геодезисты, архитекторы и инженеры, занимающиеся созданием топографических карт или же чертежей на основе реальных объектов.

Все эти технологии могут быть очень полезны для сохранения памятников культурного наследия, позволяя выполнять научный анализ исторически важных зданий и сооружений. Инструменты BIM-моделирования могут быть использованы для воссоздания документации зданий культурного наследия и позволят сохранить её [15]. Так же BIM-модель помогает определить, какие данные нуждаются в дальнейшей доработке, дает возможность осуществлять мониторинг и сделать прогноз изменения технического состояния объекта [16].

Обследование и консервация памятников архитектурного наследия -сложный и многоуровневый процесс, требующий сотрудничества различных специалистов. Это связано с тем, что базы данных, участвующих в нём и используемые при построении 3D-моделей, требуют совместной работы сотрудников смежных областей науки. Различные типы информации, соединённые воедино, составляют информационную модель памятников культурного наследия (НВМ) [17].

Одним из ключевых этапов эксплуатации памятников архитектурного наследия является анализ данных о них, в ходе которого необходимо объединить несколько источников. Одновременно с техническим обследованием конструктивных элементов проводится исторический анализ, изучаются все существующие материалы и исторические документы [18]. На этапе визуального обследования объекта составляется ведомость с перечислением дефектов конструкций и их отделки. Методы 3D-сканирования помогают получить информативную картину с указанием места расположения указанных повреждений.

Информация, касающаяся зданий культурного наследия, которую возможно детально собрать с помощью методов 3D-сканирования, и подлежащая хранению, включает:

1. Геометрические данные;
2. «Архитектурная грамматика», задуманная как архитектурный стиль. Она включает в себя анализ применяемых конкретных строительных конструкций и методов строительства;
3. Характеристики материалов. Эта информация обычно детализируется с указанием конкретного расположения на планах и разрезах каждого вида материала, выделяя их штриховкой - маркировка;
4. Ведомость дефектов. Совместно с ней формируются планы и разрезы с указанием их месторасположения. Если в здании обнаружены деформации несущих конструкций, необходимо предусмотреть их инструментальное обследование;
5. Рекомендации по устранению дефектов, с календарным графиком проведения конкретных мероприятий и их последовательности. Составление технологических карт осуществления ремонтных работ [19].

Вывод: Сбор данных, на основе которого осуществляется BIM-моделирование рассматриваемого объекта архитектурного наследия, даёт возможность детальной разработки мероприятий для проведения капитального и текущего ремонта, а также построение динамической модели дальнейшей эксплуатации объекта. Для этого просто необходимо использование последних разработки в области прогнозирования и моделирования на основе данных визуального мониторинга, которые доступны и легко реализуемы при внедрении технологий 3d сканирования.

## Библиографический список

1. Наземное лазерное сканирование: монография / В.А. Середович, А.В. Комиссаров, Д.В. Комиссаров, Т.А. Широкова. – Новосибирск: СГГА, 2009.
2. Применение трехмерного лазерного сканирования в отечественном судостроении [Текст] / В. П. Суетин и др. – 2005. – № 1.
3. Маслихова Л.И. К вопросу об использовании технологии лазерного сканирования при изучении объектов культурного наследия в российской и зарубежной практике / Л.И. Маслихова, Н.Б. Хахулина // Проблемы социальных и гуманитарных наук. 2018. № 4 (17). С. 87-92.
4. Хахулина Н.Б. Лазерное сканирование, как метод сбора пространственной информации для кадастра недвижимости / Н.Б. Хахулина, А.А. Черкасов // В сборнике: КАДАСТРОВОЕ И ЭКОЛОГО-ЛАНДШАФТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ. Материалы международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ. 2018. С. 260-264.
5. Monnier, F. Trees detection from laser point clouds acquired in dense urban areas by a mobile mapping system [Text] / F. Monnier, B. Vallet, and B. Soheilian // 270 ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XXII ISPRS Congress, Commission III/4, 25 August – 01 September 2012, Melbourne, Australia. – 2012. – Vol. I-3. – PP. 245-250.
6. Grabovy P.G. Monitoring the Stress State of Frame Structures of Buildings and Structures Under The Influence of Operational Load On Construction Sites / P.G. Grabovy, Yu.G.Trukhin, N.I. Trukhina // Real Estate: Economics, Management. 2019. № 2. С. 46-52.
7. Okolelova E. Model of investment appraisal of high-rise construction with account of cost of land resources / Okolelova E., Shibaeva M., Trukhina N. // В сборнике: E3S Web of Conferences. 2018. С. 03014.
8. Нетребина Ю.С. База геодезического мониторинга как основа анализа деформаций зданий и сооружений / Ю.С. Нетребина, Н.Б. Хахулина, Б.А. Попов // Научный журнал строительства и архитектуры. 2022. № 3 (67). С. 11-19.
9. Трухина Н.И. Совершенствование мониторинга объектов недвижимости в системе земельно-имущественного комплекса /Н.И. Трухина, Ю.Г. Трухин, Г.А. Калабухов // ФЭС: Финансы. Экономика.. 2021. Т. 18. № 9. С. 24-29.
10. Laser mirror scanner LMS-Z420 technical documentation and users instructions [Text]. – Riegl Austria, 2006
11. Boehler, W., Marbs, A., 3D Scanning and Photogrammetry for Heritage Recording: a Comparison, Proc. of 12th Int. Conf. on Geoinformatics, 2004
12. Методы измерения 3D-профиля объектов. Контактные, триангуляционные системы и методы структурированного освещения: учеб. пособие / В.И. Гужов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 82 с.
13. Якушенков, Ю. Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов [Текст] : учебник / Ю. Г. Якушенков. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Логос, 2004. – 472 с.
14. El-Hakim S. F., 3D Modeling of Complex Environments, Videometrics and Optical Methods for 3D Shape Measurement, Proceedings of SPIE , Vol 4309, 2001
15. Geomagic Studio ñ Randrop: <http://www.geomagic.com> [October 2004]
16. Gruen, A., Remondino, F., Zhang, L., Photogrammetric Reconstruction The Photogrammetric Record, 19(107), pp. 177-199, 2004
17. Georgantas, A. Image to point cloud method of 3D-modeling [Text] / A. Georgantas, M. Brédif, M. Pierrot-Desseilligny// ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XXII ISPRS Congress, Commission III/4, 25 August – 01 September 2012, Melbourne, Australia. – 2012. – Vol. XXXIX-B3. – PP. 23-28

18. iWitness: <http://www.photometrix.com.au> [October 2004]
19. Kadobayashi, R., Kochi, N., Otani, H., Furukawa, R., Comparison and evaluation of laser scanning and Photogrammetry and their Combined Use for Digital Recording of Cultural Heritage, Int. Arch. of PRS&SIS. 2012.



## ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 62-192, 004.67

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет  
студент группы O23422 электроэнергетического факультета

Сенин А. М.

Россия, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин

тел.: +7-950-296-16-15

e-mail: senin.arkadiy@gmail.com

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

студент группы O23421 Инженерно-технологического факультета

Файзуллаева М. Н.

Россия, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин

тел.: +7-951-648-44-47

e-mail: madifay@yandex.com

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

ст. преп. кафедры электроэнергетики и электрооборудования

Гальченко М. И.

Россия, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин,

e-mail: maxim.galchenko@gmail.com

St. Petersburg State Agrarian University

Student of group O23422 of the Power Engineering Faculty  
Senin A. M.

Russia, Saint Petersburg, Pushkin,

tel.: +7-950-296-16-15

e-mail: senin.arkadiy@gmail.com

St. Petersburg State Agrarian University

Student of group O23421 of the Faculty of Engineering and Technology  
Fayzullaeva M. N.

Russia, Saint Petersburg, Pushkin,

tel.: +7-951-648-44-47

e-mail: madifay@yandex.com

St. Petersburg State Agrarian University

Senior lecturer of the Department of Electric Power Engineering and Electrical Equipment  
Galchenko M. I.

Russia, Saint Petersburg, Pushkin,

e-mail: maxim.galchenko@gmail.com

А. М. Сенин, М. Н. Файзуллаева, М.И. Гальченко

### ОБРАБОТКА И ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАТАСЕТА

Аннотация. Публикация включает в себя рассмотрение ходов фильтрации, первичного анализа данных и способов их визуализации с целью последующего построения модели для предсказания отказов водяного насоса в небольшой сельской местности на основе показаний сенсоров.

Ключевые слова: машинное обучение, разведочный анализ, прогнозирование отказов, водяной насос, система водоснабжения.

A. M. Senin, M. N. Fayzullaeva, M. I. Galchenko

### DATA PROCESSING AND PRELIMINARY DATA ANALYSIS

Introduction. The publication includes consideration of filtration moves, exploratory data analysis and methods of their visualization with the aim of in order to highlight the indicators of sensors prior to water pump's sensors in a small rural area failure.

Keywords: machine learning, exploratory data analysis, failure detection, water pump, water distribution system.

Введение.

Стремительное развитие технологий в значительной мере предоставляет человечеству все больше новых возможностей для улучшения жизнеспособности организмов. Однако это по-прежнему не препятствует возникновению обширного спектра проблем как сбои в системах, выбросы в окружающую среду, неконтролируемое поведение устройств и другие, что в совокупности представляют угрозу для существования. Так, вода является незаменимым природным ресурсом, и ее отсутствие по тем или иным причинам может привести к неблагоприятным последствиям, в частности, это касается технических сбоев систем водоснабжения.

Для определения выбросов в целях повышения отказоустойчивости в настоящее время набирает обороты использование алгоритмов машинного обучения, а также работа с большими данными.

© Сенин А. М., Файзуллаева М. Н., Гальченко М. И., 2022

В качестве примеров можно привести выявление застойной сердечной недостаточности с помощью электрокардиографического мониторинга, давая возможность получить быструю справочную консультацию [26], либо же обнаружение сбоев при низком энергопотреблении для мониторинга окружающей среды [15]. Подобные методы позволяют исследователям получать необходимые сведения об оптимальности работы элементов, их использования, а также надежности в целом [18].

В данной статье мы проводим небольшое исследование набора данных, полученных с датчиков водяных насосов, установленных в сельской местности, для выявления и анализа в их поведении аномалий, предшествовавших отказам. В дальнейшем это позволит нам проработать возможности машинного обучения для прогнозирования и, как следствие, своевременного предотвращения возникновения нежелательных сбоев с целью улучшить качество жизни.

#### Материалы и методы.

В качестве рабочей среды используется один из мощнейших инструментов для интерактивной разработки, применяющих язык программирования Python – Jupyter Notebook, преимуществами которого являются возможность дифференцированного выполнения кода, что значительно упрощает работу. Для обработки данных нами определен необходимый к подключению список библиотек Python, в который вошли pandas, seaborn, matplotlib, numpy, scipy.stats, sklearn и time.

Набор данных представляет собой историю показаний пятидесяти двух датчиков водяного насоса за 4 неполных месяца, взятую с ресурсов Kaggle [22], крупнейшего в мире сообщества аналитиков-исследователей. Датасет имеет 55 столбцов и 220320 значений для каждого сенсора. Помимо показаний датчиков в наборе данных указаны временные метки сбора информации с интервалом в одну минуту и статус состояния, в котором находилось устройство в конкретный момент времени.

#### Результаты.

Для представления общей визуальной картины и мониторинга показателей датчиков нами избрана специальная платформа Grafana [12], в которую посредством плагинов загружаются данные после проведения полной обработки. В случае наличия действительной системы, которая сообщает данные и сохраняет их в CSV-файле, это средство визуализации предоставит информацию о работе устройства в режиме реального времени. Помимо самих данных с датчиков, нами будет применена модель, позволяющую оценивать текущие данные на наличие аномалий в них.

Информационные панели Grafana могут быть использованы предприятиями для визуализации аналитических данных и представления их в простом для понимания виде, что позволяет эффективно управлять системами и принимать оптимальные решения. Так, к примеру, Grafana активно применяется российским провайдером «Ростелеком» в целях мониторинга биллинговой системы у оператора связи [2]; одна из ее панелей помогает визуализировать производительность ветряных электростанций [25], а другая - отражает перемены погоды в Германии [14]. В нашем случае Grafana позволяет отслеживать динамически отображаемые изменения показаний конкретных сенсоров за заданный временной промежуток. В ходе исследования была создана информационная панель, содержащая графики, которые показывают значения каждого сенсора за последние сутки. Для динамического отображения изменений мы использовали встроенную функцию Grafana – Auto-Refresh, которая с заданным интервалом обновляет данные каждого датчика (рис. 1).



Рис. 1. Dashboard со значениями некоторых из сенсоров в Grafana

С помощью модуля pandas импортируем CSV-файл. Конвертируются значения timestamp в datetime и создается пустой объект типа Series. По отдельности определен день недели и время суток для каждого момента приёма и обработки показаний сенсоров, а затем вставлены полученные столбцы со значениями в DataFrame.

Перед проведением анализа необходимо исследовать данные на наличие пропусков [20]. Так, по итогам проверки нами получено, что у 15-го датчика полностью отсутствуют какие-либо показания, а у 50-го датчика 65% недостающих данных. Для устранения возможных недочетов при создании алгоритмов машинного обучения, удаляем столбцы с данными показателями. Выбросы не очищаем в связи с тем, что именно они являются главным параметром в интересующей нас области. Так же можно наблюдать, что у шести сенсоров процент недостающих показаний колеблется от 2% до 7%, а у остальных – до 1%, однако их заполнению предшествует анализ на периодические колебания.

Проводится фильтрация данных. Опираясь на поставленную в условии задачу, из всего набора отбираем лишь те, что являются показателями поведения датчиков в области нормальных данных, исключая сведения в момент поломки и в период восстановления.

С помощью визуализации числовых данных посредством квартилей «ящичков с усами» необходимо проверить датасет на сезонность [10]. В случае отсутствия сезонности мы можем заполнить пропуски медианой для всего временного ряда, однако при ее выявлении общее усреднение может привести к неблагоприятным последствиям, в связи с чем берется медиана конкретно по тому дню недели, либо же по времени суток, на который приходится данный пропуск. Любые неравномерные показания датчиков должны быть учтены. Для этой же цели провели дисперсионный анализ. Полученное p-value для каждого сенсора по тесту ANOVA [11] подлежит сравнению с фиксированным уровнем значимости  $\alpha = 0.05$ . Результаты теста показали, что p-value у большинства сенсоров меньше значения  $\alpha$ , следовательно, различие между показаниями являются статистически значимыми, что, как следствие, не позволяет корректировать набор данных путем заполнения отсутствующих данных медианами по полному набору данных. Берутся показания каждого сенсора в интересующий нас день недели и их индексы. За этим следует проверка на возможное наличие незаполненных сведений. Закладываем недостающие показания медианой столбца по конкретному дню недели.

Для визуальной оценки данных были построены графики показаний счётчиков вблизи даты отказа (рис. 2).

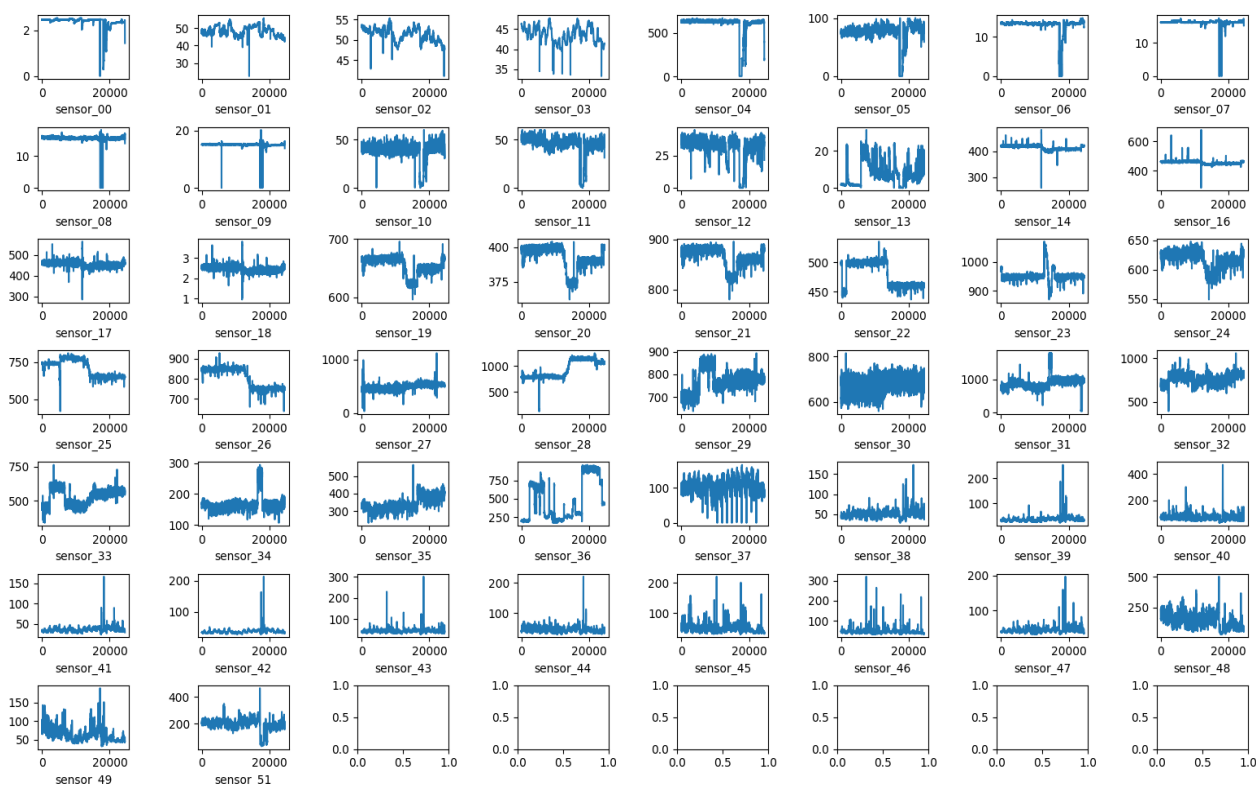


Рис. 2. Графики показаний сенсоров до первого сбоя

Из данных графиков можно выделить сенсоры, показания которых могут быть интересны и полезны при создании ML-модели, дальнейшего, а именно: sensor\_14, sensor\_19, sensor\_20, sensor\_21, sensor\_22, sensor\_24, sensor\_25, sensor\_26, sensor\_28, sensor\_31, sensor\_33, sensor\_34, sensor\_41, sensor\_42, sensor\_49, sensor\_51. На графиках отчётливо видно скачкообразное изменение показателей сенсоров в точках, близких к событию «BROKEN».

Значимой причиной для нарушения достоверности корреляционного анализа [7] являются выбросы, соответственно, его проведение осуществляется в условиях их отсутствия. Однако наша цель – поиск именно этих устранимых значений, что, как следствие, прямого влияния на общий анализ в конкретно данной задаче он оказать не может, в связи с чем приведенный корреляционный анализ носит сугубо вспомогательный характер, позволяющий получить лишь усредненное поведение (рис. 4).

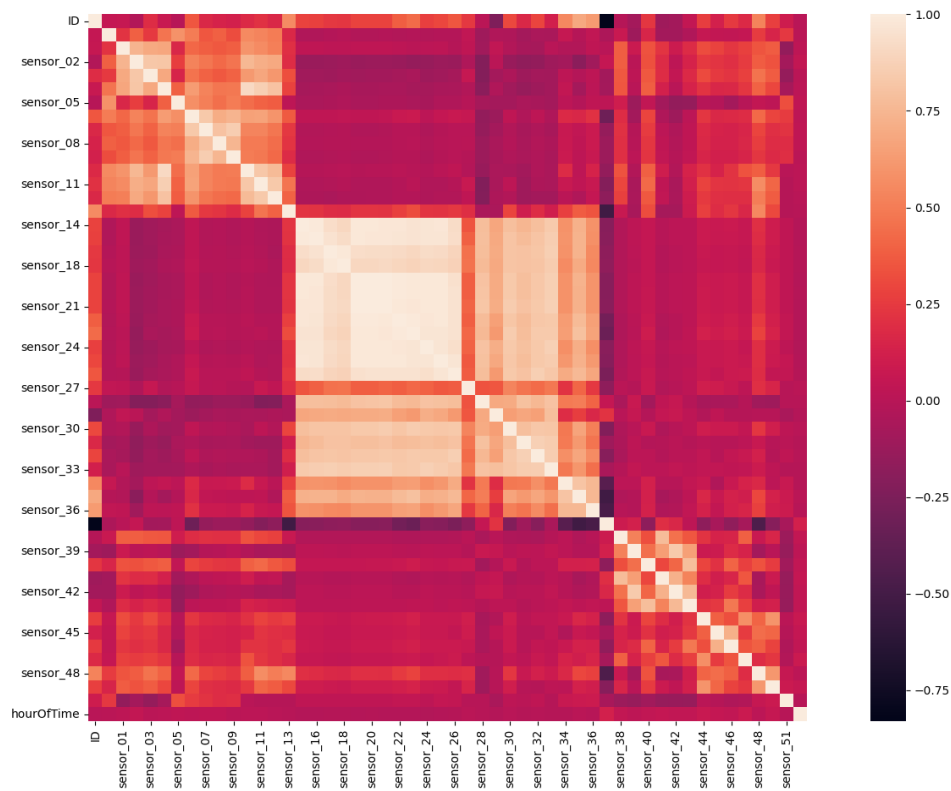


Рис. 3. Корреляция всех значений сенсоров

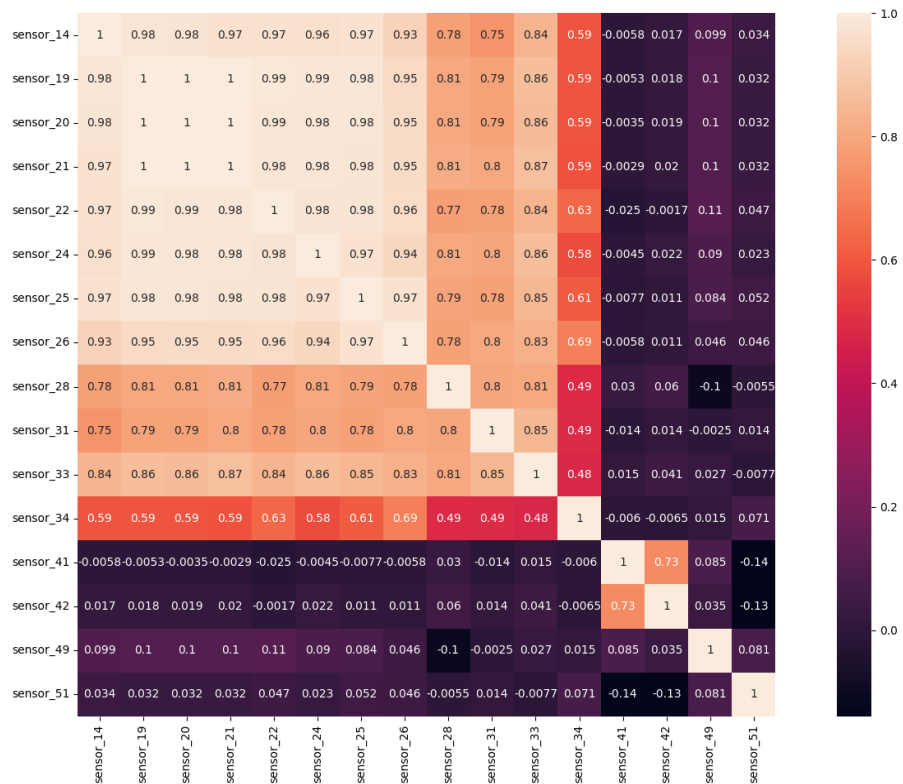


Рис. 4. Корреляция значений сенсоров, выбранных при анализе непрерывной работы

При анализе полученных тепловых карт, показывающих корреляцию показаний сенсоров, нетрудно заметить, что показания sensor\_14, sensor\_19, sensor\_20, sensor\_21, sensor\_22, sensor\_24, sensor\_25 и sensor\_26 сильно коррелируют. Это наблюдение пригодится нам в дальнейшем при формировании ML-модели.

Интересно отследить суммарное время нормальной работы семи датчиков до каждого из отказов и времени, затраченного на восстановление, так как теория надёжности часто оперирует этими показателями. При этом начало нормальной работы первого сенсора и окончание восстановления седьмого остаются неопределенными в связи с ограниченным набором данных (рис. 5, 6).

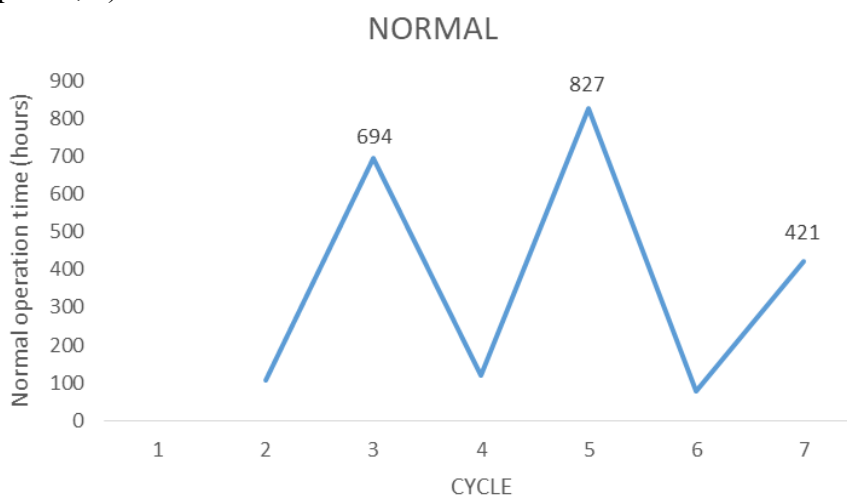


Рис. 5. Время нормальной работы каждого из семи датчиков для каждого из отказов

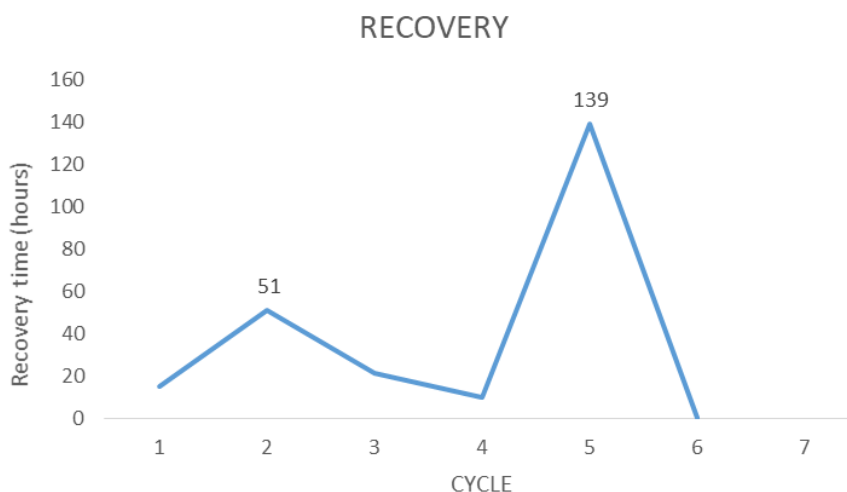


Рис. 6. Время после каждого сбоя, затраченное на восстановление

Отказы датчиков происходят не систематично по времени, нет плавного роста/снижения характеристик, соответственно, мы не можем подходить к решению проблемы шаблонным образом. Время восстановления так же разнится, что позволяет полагать о различной степени поврежденности элементов насоса. В случае пятого сбоя мы видим, на восстановление было затрачено около шести суток, что свидетельствует о критичности данной ситуации и необходимости построения предиктивной модели.

#### Заключение.

Нами проанализирован исходный набор данных, определено дальнейшее направление исследований и использование готовой для применения системы визуализации данных, которая в последующем, при обнаружении аномальных поведений датчиков может быть доведена до состояния, в котором она станет источником информирования пользователя посредством отправки электронных писем в случае превышения определенных ранее порогов для принятия своевременных мер предосторожности.

## Библиографический список

1. Анализ данных с использованием Python [Электронный ресурс] // habr.com: информационный ресурс. – 2018. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/353050/>, свободный (дата обращения: 16.02.2022).
2. Голиков, С. Как Grafana, Prometheus и Oracle ORDS помогли нам быстрее выявлять инциденты в биллинге [Электронный ресурс] // habr.com: информационный ресурс. – 2021. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/rostelecom/blog/590791/>, свободный (дата обращения: 17.03.2022).
3. Ильин, В. П. Корреляционный анализ количественных данных в медико-биологических исследованиях [Текст] / В. П. Ильин // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2013. – № 4 (92). – С. 125-130.
4. Котюбеев, Р. Визуализация временных рядов [Электронный ресурс] // Python School: Анализ данных, Визуализация данных. – 2020. – Режим доступа: <https://python-school.ru/blog/time-series-visualization/>, свободный (дата обращения: 21.02.2022).
5. Мониторинг метеоданных в Grafana [Электронный ресурс] // habr.com: информационный ресурс. – 2019. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/448676/>, свободный (дата обращения: 02.03.2022).
6. Основы статистики [Электронный ресурс]: онлайн-курс // Институт биоинформатики, 2020. – Режим доступа: <https://stepik.org/course/76/syllabus>, свободный (дата обращения: 25.03.2022).
7. Alagarsamy, P. Predict Pump Failure Before It Happens Using Deep Learning Model [Электронный ресурс] // Becoming Human: Artificial Intelligence Magazine. – 2021. – Режим доступа: <https://becominghuman.ai/predict-pump-failure-before-it-happens-using-deep-learning-model-dc886bfa073e>, (дата обращения: 09.03.2022).
8. Alain F. Zuur, Elena N. Ieno and Chris S. Elphick A protocol for data exploration to avoid common statistical problems // *Methods in Ecology and Evolution*. – 2010. – no. 1. – pp. 3–14. – DOI: 10.1111/j.2041-210X.2009.00001.x
9. Bedre, R. ANOVA using Python (with examples) [Электронный ресурс] // reneshbedre.com: Data Science blog. – 2022. – Режим доступа: <https://www.reneshbedre.com/blog/anova.html>, (дата обращения: 12.03.2022).
10. Brownlee, J. Time Series Forecast Case Study with Python: Monthly Armed Robberies in Boston [Электронный ресурс] // *Machine learning mastery*. – 2017. – Режим доступа: <https://machinelearningmastery.com/time-series-forecast-case-study-python-monthly-armed-robberies-boston/>, (дата обращения: 10.03.2022).
11. Chao De-Yu ANOVA Test, with Python [Электронный ресурс] // *Towards Data Science*. – 2021. – Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/anova-test-with-python-cfbf4013328b>, (дата обращения: 15.03.2022).
12. Grafana Labs: мультиплатформенное веб-приложение. – Режим доступа: <https://grafana.com/>
13. Grafana: Weather, Power, and Market Forecasts with Grafana [Электронный ресурс]: [видеоролик]. – Электрон. дан. – 2018. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=eX4XfyGw0D8>, (дата обращения: 20.02.2022).
14. Hiveeyes project [Электронный ресурс]: гибкая инфраструктурная платформа – Режим доступа: <https://weather.hiveeyes.org/grafana/d/start/welcome?kiosk&orgId=1&refresh=15m>, (дата обращения: 22.02.2022).
15. Jiaxi Liu, Weizhong Gao, Jian Dong, Na Wu, Fei Ding Low-Power Failure Detection for Environmental Monitoring Based on IoT // *Sensors*. – 2021. – Vol. 21. – no. 6489. – 15 p. – DOI: 10.3390/s21196489

16. Juenis, B. Anomaly Detection in Time Series Sensor Data [Электронный ресурс] // Towards Data Science. – 2020. – Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/anomaly-detection-in-time-series-sensor-data-86fd52e62538>, (дата обращения: 16.03.2022).
17. Koehrsen, W. Stock Prediction in Python [Электронный ресурс] // Towards Data Science. – 2018. – Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/stock-prediction-in-python-b66555171a2>, (дата обращения: 11.03.2022).
18. Levin, B. 15 Best Grafana Dashboard Examples [Электронный ресурс] // Rigorous themes: responsive and premium WordPress themes. – 2021. – Режим доступа: <https://rigorousthemes.com/blog/best-grafana-dashboard-examples/>, (дата обращения: 22.02.2022).
19. Li, S. Predict Employee Turnover With Python Data [Электронный ресурс] // Towards Data Science. – 2017. – Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/predict-employee-turnover-with-python-da4975588aa3>, (дата обращения: 10.03.2022).
20. Lianne, Justin Data Cleaning in Python: the Ultimate Guide [Электронный ресурс] // Towards Data Science. – 2020. – Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/data-cleaning-in-python-the-ultimate-guide-2020-c63b88bf0a0d>, (дата обращения: 11.03.2022).
21. Phi φ Accrual Failure Detection [Электронный ресурс] // medium.com. – 2020. – Режим доступа: <https://medium.com/@arpitbhayani/phi-%CF%86-accrual-failure-detection-79c21ce53a7a>, (дата обращения: 02.03.2022).
22. Pump sensor data for predictive maintenance. – Режим доступа: <https://www.kaggle.com/datasets/nphantawee/pump-sensor-data>
23. Shaikh, A. Data cleaning, feature engineering, EDA, models [Электронный ресурс] // Kaggle: machine learning and data science community. – 2020. Режим доступа: <https://www.kaggle.com/code/aakib07/data-cleaning-feature-engineering-eda-models/notebook>, (дата обращения: 06.03.2022).
24. Widmann, M. Anomaly Detection for Predictive Maintenance - Exploratory Data Analysis [Электронный ресурс] // KNIME. – 2021. – Режим доступа: <https://www.knime.com/blog/anomaly-detection-for-predictive-maintenance-EDA>, (дата обращения: 22.03.2022).
25. Windrose Panel for Grafana [Электронный ресурс]: Grafana Labs. – Режим доступа: <https://grafana.com/grafana/plugins/fatcloud-windrose-panel/>, (дата обращения: 22.02.2022).
26. Yi Zhang, Qin Yang, Winnie Pang, Ahmadreza Argha, Peng Xu, Steven Su, Dezhong Yao Congestive Heart Failure Detection Via Short-Time Electrocardiographic Monitoring For Fast Reference Advice In Urgent Medical Conditions // Conference proceedings: ... Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Conference. – 2018. – pp. 2256-2259. – DOI: 10.1109/EMBC.2018.8512888



УДК 004.056

Воронежский государственный технический университет  
студент группы мТII-211 строительного факультета  
Саввин Н.В.  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7 980 244 93 94  
e-mail:kandreeva@cchgeu.ru

Воронежский государственный технический университет  
студентка группы мТII-211 строительного факультета  
Андреева К.А.  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7 980 244 93 94  
e-mail:kandreeva@cchgeu.ru

Воронежский государственный технический университет  
студент группы мТII-211 строительного факультета  
Печкуров Н.С.  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7 980 244 93 94  
e-mail:kandreeva@cchgeu.ru

Воронежский государственный технический университет  
студент группы мИНН-211 строительного факультета  
Черемисин Р.С.  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7 980 244 93 94  
e-mail:kandreeva@cchgeu.ru

Voronezh State Technical University  
Student of the mTII-211 group of the Faculty of  
Construction  
Savvin N.V.

Russia, Voronezh, tel.: +7 980 244 93 94  
e-mail:kandreeva@cchgeu.ru

Voronezh State Technical University  
Student of the mTII-211 group of the Faculty of  
Construction  
Andreeva K.A.

Russia, Voronezh, tel.: +7 980 244 93 94  
e-mail:kandreeva@cchgeu.ru

Voronezh State Technical University  
Student of the mTII-211 group of the Faculty of  
Construction  
Pechkurov N.S.

Russia, Voronezh, tel.: +7 980 244 93 94

Voronezh State Technical University  
Student of the mINN-211 group of the Faculty of  
Construction  
Cheremisin R.S.

Russia, Voronezh, e-mail:kandreeva@cchgeu.ru

Н.В. Саввин, К.А. Андреева, Н.С. Печкуров, Р.С. Черемисин

## ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РОССИИ

Аннотация. В статье описаны актуальные проблемы развития искусственного интеллекта в России. Большое мировое и государственное финансирование сферы искусственного интеллекта, привело к бурному развитию данной области, что позволило выявить слабые стороны развития ИИ в нашей стране.

Ключевые слова: искусственный интеллект, IT – бизнес, развитие ИИ, направления ИИ, машинное обучение.

N.V. Savvin, K.A. Andreeva, N.S. Pechkurov, R.S. Cheremisin

## PROBLEMS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE DEVELOPMENT IN RUSSIA

Introduction. The article describes the current problems of the development of artificial intelligence in Russia. The large global and state funding of the field of artificial intelligence has led to the rapid development of this area, which made it possible to identify the weaknesses of AI development in our country.

Keywords: artificial intelligence, IT business, AI development, AI trends, machine learning.

Искусственный интеллект и машинное обучение (ML) образуют строительный блок технологии следующего поколения. Их инновационные возможности, такие как компьютерное зрение, обработка естественного языка, продвинутая аналитика и т. д., позволяют школам и предприятиям создавать проницательные решения, основанные на данных, и вносить свой вклад в развитие мировой экономики. Кроме того, ИИ все чаще становится частью социальных инициатив, направленных на решение самых сложных мировых проблем. В результате школы, правительства и предприятия начинают становиться более восприимчивыми к ИИ. При таких темпах ИИ вскоре станет центральным направлением развития для нескольких стран. Тем не менее, мы не можем игнорировать новые проблемы, которые он создаст, такие как риск кибербезопасности, проблемы конфиденциальности данных, неправильное использование данных, случайные последствия и так далее [1].

---

© Саввин Н.В., Андреева К.А., Печкуров Н.С., Черемисин Р.С., 2022

По анализу экономистов развитие искусственного интеллекта обеспечит прирост мировой экономики на 1 трл. дол. США. Ведущие экономики мира обеспечивают финансирование искусственного интеллекта до 1.5 млн дол. США ежегодно. На рисунке 1 представлены графики финансирования ведущих стран мира.

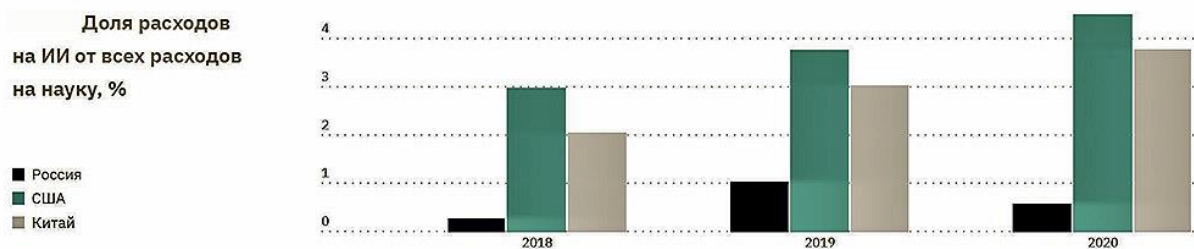


Рис. 1. Доля расходов на ИИ от всех расходов на науку в России, США и Китае, млн \$

В сентябре 2019 года IDC прогнозировала, что в 2023 году на технологии искусственного интеллекта будет потрачено 97,9 миллиарда долларов. Искусственный интеллект продолжает стабильно развиваться по мере того, как все больше людей принимают идею искусственного интеллекта и доказывают его ценность в современном мире оцифровки [2].

Этот растущий спрос на искусственный интеллект также означает увеличение спроса на разработчиков технологий искусственного интеллекта. Это подтверждается отчетами, в которых говорится о ежегодном росте спроса на таланты в области искусственного интеллекта на 74% с 2016 по 2019 год. Однако специалистов по ИИ, обладающих квалификацией для достижения необходимых уровней внедрения ИИ и обладающих навыками создания полнофункциональных систем, по-прежнему не хватает. Программа развития искусственного интеллекта в России предусматривает финансирование 5,6 млрд рублей до 2024г. На рисунке 2 представлен график объема мирового рынка ИИ 2016-2025(млрд \$).

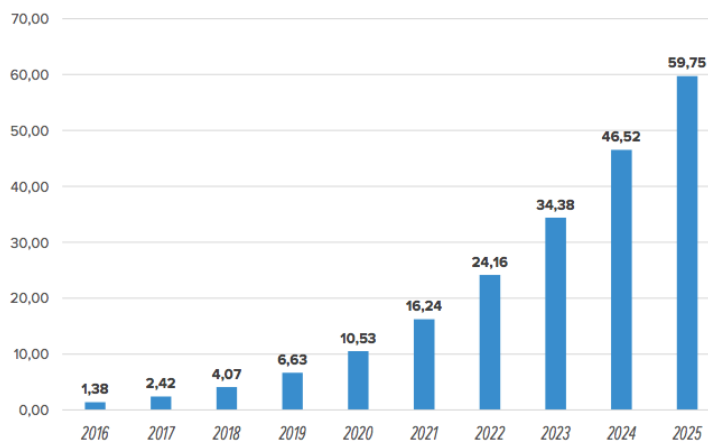


Рис. 2. Объем мирового рынка ИИ 2016-2025, млрд \$

Какие ИИ-решения используются: предиктивная аналитика и прогнозирование – например, сбоев и поломок оборудования, планирование загрузки, потребностей в ресурсах и т.д.

Улучшение клиентского опыта – понимание потребностей потребителей, повышение удовлетворенности покупателей, увеличение выручки, создание и развитие клиентских сервисов.

Какие ИИ-решения используются: чат-боты, голосовые помощники, интеллектуальные колл-

центры, рекомендательная поддержка и кросс-продажи, анализ поведения и предпочтений клиентов, интерактивные виды коммуникаций с потребителем, одноканальность.

Создание и внедрение культуры непрерывных улучшений и преобразований – иначе говоря, создание среды для развития нужных компетенций, управления инновациями и цифровой трансформацией, формирование цифровых активов, запуск новых бизнесов и сервисов, принятие решений на основе данных и интеллектуальных сервисов.

Какие ИИ-решения используются: системы поддержки принятия решений, внедрение интеллектуальных сервисов в работу основных и вспомогательных подразделений, в том числе в аналитические и инженерные центры, R&D, проектные офисы, юридическую, финансовую и HR-службу. Эти продукты особенно востребованы крупными компаниями, которые стремятся к интеллектуализации и реализуют стратегию цифровой трансформации.

Самыми перспективными направлениями искусственного интеллекта являются:

- Компьютерное зрение;
- Распознавание речи;
- Синтез речи;
- Внедрение ИИ в медицину;
- Системы принятия решений.

Несмотря на государственное финансирование искусственного интеллекта, основным источником развития ИИ является бизнес. Уже на данном этапе развития, около 37% мирового бизнеса пользуются технологиями искусственного интеллекта. С его помощью можно предсказывать тенденции рынка, автоматизировать процессы, частично делегировать обязанности человека на программу, контролировать данные, помогает улучшить безопасность компании.

В России можно выделить несколько основных проблем развития искусственного интеллекта.

Главной причиной является недостаточная коммуникация между бизнесом и университетами, которые готовят будущих специалистов. Недостаточная коммуникация приводит к тому, что университет выпускает специалистов с неподходящим стеком технологий. Не умение ориентироваться на рынок труда, и допущение нехватки коммуникации с бизнесом приводит к тому, что треть выпускников не работает по профессии. Данную проблему можно решить, обязав средний и крупный бизнес принимать на стажировки и практики студентов и давать обратную связь по качеству их обучения.

Миграция квалифицированных специалистов за рубеж. РФ вновь столкнулась с проблемой «утечки мозгов». Неспособность заинтересовать молодого квалифицированного специалиста, имеющего опыт работы и востребованную специальность, нередко приводит к тому, что специалист задумывается об иммиграции. В данном вопросе уже намечен план действий со стороны правительства РФ. Льготная ипотека и отсрочка от призыва на срочную службу должны заинтересовать квалифицированных выпускников.

Высокое налогообложение IT компаний-разработчиков программного обеспечения. Данную проблему можно решить путем создания особых экономических зон, в которых компании временно освобождаются от уплаты налогов, что позволит более стремительно развивать начинающий IT бизнес.

Недостаток специализированного оборудования в образовательных учреждениях. Для многих образовательных учреждений данный вопрос остается до сих пор открытым. Сельские поселения и регионы, отдаленные от центра страны, нуждаются в оборудовании для начального обучения в сфере IT [3].

## Библиографический список

1. Развитие технологий искусственного интеллекта в России: цели и реальность [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://carnegieendowment.org/2020/07/07/ru-pub-82173> - свободный. Дата обращения: 7.04.2022.
2. Актуальные проблемы развития современных информационных технологий [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2019/article/2018010614> - свободный. Дата обращения: 21.03.2022.
3. Актуальные проблемы развития IT-отрасли в России [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://novaum.ru/public/p544> - свободный. Дата обращения: 03.02.2022.
4. Трухина Н.И. Анализ отечественного и зарубежного опыта учета и оценки Гудвилла / Н.И. Трухина, О.А. Куракова, А.К. Орлов // Недвижимость: экономика, управление. 2015. № 1. С. 78-81.
5. Развитие искусственного интеллекта в странах мира [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://d-russia.ru/razvitie-iskusstvennogo-intellekta-v-stranah-mira-ssha-kitaj-velikobritaniya.html> - свободный. Дата обращения: 10.04.2022.

УДК 621.01

Пермский национальный политехнический университет  
студент группы ПГС-19-16 строительного факультета  
Субботина К. Н.  
Россия, г. Пермь, тел.: +7-932-335-02-13  
e-mail: ksu.subb@mail.ru

Пермский национальный политехнический университет  
доцент кафедры государственного управления и истории  
Кучева А. В.  
Россия, г. Пермь  
e-mail: kuceva.a@mail.ru

Perm National Research Polytechnic University  
Student of group PGS-19-1b civil engineering faculty  
Subbotina K. N.  
Russia, Perm, tel.: +7-932-335-02-13  
e-mail: ksu.subb@mail.ru

Perm National Research Polytechnic University  
Professor of the Department of Public Administration and History  
Kuceva A. V.  
Russia, Perm  
e-mail: kuceva.a@mail.ru

К. Н. Субботина, А. В. Кучева

## ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ВЕЛОСИПЕДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Аннотация. Данная статья раскрывает историю развития велосипедной промышленности Пермского края и показывает эволюцию производственных процессов, затрагивая период времени с 40-х годов XX века до настоящего момента. Производство велосипедов в г. Пермь имело большое значение как для самого города, так и для всей страны во все времена. Также в статье освещена технология велопроизводства, используемая на велосипедном заводе прямо сейчас.

Ключевые слова: велосипед, производство велосипедов, велосипедная промышленность, пермские велосипеды.

К. N. Subbotina, A. V. Kuceva

## THE HISTORY OF THE BICYCLE INDUSTRY IN THE PERM REGION

Introduction. This article details the history of bicycle industry development in Perm region and shows evolution of production processes since the 40s of the XX century to the present. At all times bicycle manufacturing in Perm was of great importance for the city and for the whole country. Also the article illustrates the bicycle manufacturing technology, that is used on bicycle factory.

Keywords: bicycle, bicycle manufacturing, bicycle industry, perm bicycles.

### Введение.

Во все времена велосипеды пользовались большой популярностью среди различных слоев населения благодаря своему широкому функционалу. Использование велосипеда в качестве инструмента для преодоления сравнительно небольших расстояний было особенно актуально в прошлые года, когда население не могло позволить себе свободную покупку машины по экономическим и техническим причинам. Кроме того, велосипед обладает простой конструкцией, легок в обслуживании и не требует дополнительных расходов во время эксплуатации.

Велосипедное производство является одной из важных отраслей металлообрабатывающей индустрии. В 1924 г. СССР наладил производство велосипедов на харьковском велосипедном заводе [1]. По ситуации на 1928 г. точных данных о размерах велопроизводства в СССР нет, так как крупные велосипедные фирмы весьма часто занимаются производством иных товаров, например, швейных машин и мотоциклов, и в статистические сборники попадали под этими рубриками [2]. Но по состоянию на 1991 г. СССР был страной, которая входила в первую пятёрку мирового рейтинга по велопроизводству. Изделия советских велозаводов активно продавались за границу, в том числе и в дружественный Китай [3].

Многие помнят советский велосипед «Урал», ставший культовым для нескольких поколений людей, живших в СССР. Возможно, у кого-то такой велосипед остался с советских времен и продолжает нести свою службу. «Урал», «Каму» и другие популярные

© Субботина К. Н., Кучева А. В., 2022

модели велосипедов производили именно в Перми на одном из крупнейших велозаводов СССР. Пермские велосипеды – это то, что покупал весь Советский Союз.

Сейчас на улицах можно увидеть бесчисленное количество людей, катающихся на велосипедах различных форм, цветов, комплектаций. Но если обратить внимание на марки велосипедов, то можно заметить, что наиболее часто встречающиеся – это «Stels», «Stark» и «Forward». «Forward» – один из крупнейших современных российских производителей велосипедов. Продукция этого бренда пользуется большой популярностью.

Начиная с 40-х годов XX века Пермь является центром велосипедного производства. Пермские велосипеды известны по всей стране и за её пределами.

Цель данной статьи – показать развитие велосипедной промышленности Пермского края в течение столетия, а также раскрыть особенности современного производства велосипедов.

### **Производство велосипедов в советское время.**

Советские велосипеды «Кама», «Урал», «Парма» производились на крупном пермском велосипедном заводе. Данный завод несколько раз переименовывали, хотя он наиболее известен под названием «Велта».

Пермский завод по производству велосипедов образован в Перми в декабре 1941 г. на базе Владимирского патефонного завода, подвергшегося эвакуации, как завод по выпуску касок и боевых припасов [4].

В декабре в Пермь прибыл последний вагонный эшелон со спецоборудованием и населением из Владимира. При заводе был построен целый рабочий посёлок, который так и назывался – «Владимирский». В этом поселке предприятию принадлежала доля жилищного фонда и социальной инфраструктуры: больницы, магазины, кафе. По сей день в Перми существует «Владимирский» микрорайон [5].

С 1946 по 1956 гг. завод выпускал патефоны, суммарный выпуск которых составил 1,5 млн. штук, патефонные иглы – их было выпущено свыше 6 млрд. штук, футляры под пластинки и корнерезки.

В октябре 1956 г. Пермскому патефонному заводу с Горьковского автозавода передан выпуск мужских дорожных велосипедов. В этот год были выпущены первые 6688 единиц велосипедов. Завод сменил название и стал называться «Пермский велосипедный завод». Одновременно шло изготовление запчастей для трактора «Беларусь» [6].

Велопроизводство было освоено за 6 месяцев и спустя пару лет завод прочно основался в списке передовиков советской промышленности [7].

19 апреля 1960 г. выпущен велосипед под миллионным номером.

«Пермский машиностроительный завод» специализировался на выпуске дорожных и универсальных велосипедов, детских спортроллеров и бытовых велотренажеров [8]. Кроме того, на заводе был налажен выпуск автопродукции.

9-й пятилетке (1971-1975 гг.) принадлежит особая роль в развитии предприятия. В этот период был взят решительный курс на реконструкцию и техническое перевооружение производства. Выпуск автопродукции на заводе резко увеличился. В процессе изготовления узлов автомобиля не только повышалось качество деталей и узлов, но и совершенствовались конструкции изделий. Был освоен выпуск новых моделей велосипедов – складного «Кама» (впервые в стране), «Урал», «Пермь» и других.

С каждым годом конструкция велосипедов совершенствовалась. Велосипеды становились легче, удобнее и проще в эксплуатации, улучшались их ходовые параметры. В результате использования более легких и прочных материалов удалось снизить массу велосипедов с 16 до 8 кг. Они становились более привлекательными по цвету и форме [9].

За успешное выполнение заданий 9-ой пятилетки, достижение высоких показателей, повышение эффективности производства и улучшение качества продукции завод удостоился государственной награды – ордена Октябрьской революции. В 1977 г. заводу присвоено почетное звание «Пермский машиностроительный завод имени Октябрьской революции».

За успешное выполнение плановых заданий и социалистических обязательств в 1977 г. завод награжден Переходящим Красным Знаменем ЦК КПСС, Совмина СССР, ВЦСПС и ЦК ВЛКСМ с занесением на Всесоюзную Доску Почета ВДНХ СССР [6].

С 1992 г. завод имел название «Велта», которое оставалось с ним вплоть до его закрытия.

В самые удачные годы по разным оценкам на заводе выпускалось до 400 тысяч велосипедов в год, при этом это было производство полного цикла, то есть все велосипедные комплектующие были произведены в СССР. Каждый пятый велосипед в СССР производился в Перми.

Согласно ГОСТ 6693-83Е производимые велосипеды подразделялись на дорожные, легкодорожные, подростковые и спортивно-туристические [9]. Завод в разное время занимался производством различных товаров, но более всего он знаменит именно производством велосипедов, на которых катались люди всего Советского Союза. «Велта» была одним из 9 крупнейших советских велопроизводителей, работавших до 90-х годов.

Завод мог бы и дальше существовать и выпускать свою продукцию, но в середине 90-х годов его настигли финансовые проблемы.

Как только железный занавес спал, в Россию большим потоком из разных стран хлынула разного рода продукция, в том числе и велосипедная. У отечественных велозаводов начались трудные времена. Несмотря на то, что советское производство велосипедов непрерывно развивалось, оно все же уступало зарубежной продукции и с точки зрения продвинутой конструкторской мысли, и в плане применения новых материалов и технологий. К тому же внешний вид советских велосипедов оставлял желать лучшего. Он был однообразен и прост. Дизайн и качество сборки фирменных импортных велосипедов оказались на порядок выше. Поэтому велосипедисты делали выбор в пользу импортных велосипедов.

Конечно, отечественные велозаводы не простаивали, продолжали функционировать. Только пять ведущих в бывшем Союзе велозаводов в Перми, Пензе, Шауляе, Харькове и Минске в 1997 г. выпустили в сумме около миллиона велосипедов. Кроме них еще работали велозаводы в Йошкар-Оле, Жуковке (Брянская область), в Атиге (Свердловская область) и других населенных пунктах. Какие-то заводы смогли наладить производство в экономически тяжелые времена, но «Велта» не смогла справиться с трудностями [10]. У предприятия росли долги, генеральные директора часто сменялись, и предприятие обанкротилось. В 2001 г. в арбитражном суде Пермской области было возбуждено дело о несостоятельности и банкротстве, в 2002 г. фирма признана банкротом. После этого в 2005 г. завод прекратил своё существование и 16 марта 2006 г. было проведено исключение предприятия из Единого государственного реестра юридических лиц [11]. Так закончилась история велозавода «Велта».

Советская эпоха оставила после себя внушительное «велосипедное наследие», поскольку огромная страна в своё время производила большое количество двухколесных «железных коней», которые до сих пор пребывают в активной эксплуатации.

### **Пермские велосипеды сегодня. История бренда «Forward».**

На основе советского производства и было налажено новое. Компания «Forward» была образована в 1999 г. тремя учредителями: Александром Игнатьевым, Максимом Ужеговым и Алексеем Шурыгиным. Основой для одного из лидеров российского рынка производства и продажи велосипедов был пермский велосипедный завод «Велта». Сначала предприятие занималось тем, что импортировало готовые велосипеды, произведённые в Китае и на Тайване, и перепродавало их. Руководители предприятия посчитали, что более выгодно будет не закупать готовую продукцию, а заниматься её сборкой. Первым продуктом фирмы «Forward» были простые по конструкции дорожные и городские велосипеды.

В 2003 г. под началом знаменитого в спортивных кругах велогонщика Сергея Ижболдина коллектив инженеров-конструкторов начал разрабатывать конструкцию нового

велосипеда. И уже с 2004 г. в спортивных магазинах России можно было приобрести первые велосипеды «Forward» пермской сборки из китайских комплектующих.

Руководство поставило перед собой задачу усовершенствовать и увеличить ассортимент. Конец 2008 г. обозначился тем, что в это время новые велосипеды «Forward» поступили в продажу. Именно тогда, в 2008-м, совокупное количество произведённых предприятием велосипедов составляло 1 миллион единиц.

В короткий срок предприятие завоевало народное признание. В 2011 г. «Forward» выиграл премию «Товар Года» в номинации «Абсолютный лидер Российского рынка велосипедов за технологические инновации и безупречное качество».

Модельный ряд компании насчитывает более 200 моделей велосипедов. В ассортименте компании – горные, городские, шоссейные и туристические велосипеды для потребителей разных возрастов и комплекций: взрослых – мужчин и женщин, подростков и детей; большая линия велосипедных запчастей и аксессуаров. Компания работает на всю Россию и страны СНГ. Головной офис компании находится в Перми. Абсолютно все велосипеды «Forward» рождаются только на пермском предприятии.

Сегодня «Forward» – российский велопроизводитель с практически 20-летней историей. Это один из крупнейших производителей велосипедов в стране, занимающийся разработкой, проектированием, сборкой и продажей велосипедов различных классов в России и на территории стран постсоветского пространства. Компания сотрудничает со многими ведущими иностранными производителями велосипедных комплектующих: «Shimano» (Япония), «SRAM» (США), «CST» (Китай), «Innova» (Тайвань), «Holland Mechanics» (Нидерланды) и др. Таким образом, «Forward» является полноценной международной компанией [12].

#### **Технология производства велосипедов.**

Первый этап производства – это проектирование. Инженеры занимаются проектированием геометрии рам для разных категорий людей: мужчин, женщин, подростков, детей. Каждая из категорий велосипедов имеет свои особенности. Также существенно отличаются друг от друга рамы велосипедов, предназначенных для разных стилей езды. Весь этот спектр особенностей специалисты учитывают и приступают к проектированию будущего велосипеда [13].

«Forward» активно применяет современные технологии в своём производстве. 3D-моделирование, другими словами Advanced Engineering, позволяет экономить большое количество времени и минимизировать производственные издержки, так как есть возможность подобрать самые популярные компоненты и посмотреть, можно ли из них собрать надёжную, удобную раму и встанут ли корректно все нужные механизмы.

Сначала по чертежам собирается опытный образец модели велосипеда. Данный образец проверяют на правильность сборки инженеры и дизайнеры из конструкторского бюро. Далее специалистами составляется акт приёмки контрольного образца, в котором указываются рекомендации и замечания по сборке (при их наличии). Остальная партия велосипедов собирается относительно заключения акта приёмки контрольного образца.

Второй этап – производство рамы из длинных стальных труб отечественного производства, привезенных из города Волжский, расположенного в Ленинградской области. Процесс производства автоматизирован. После проверки качества трубы поступают на заготовительный участок, где режутся по длине и редуцируются по форме. Трубогибный станок загибает трубы, и на выходе получают фигурные изделия. Сваркой труб занимается манипулятор немецкой фирмы «Kuka». На заводе имеется 4 таких робота. По сравнению с человеком скорость сварки возрастает в десятки раз. Преимуществом работы манипулятора является не только убыстрение процесса сварки, но и улучшение её качества и эстетики. Шов получается прочным, однородным и аккуратным. После завершения процесса сварки, сварщики проверяют качество шва, исправляя какие-либо недочёты. После этого рама проходит механические проверки на точность сварки и на прочность, в том числе испытания



на лобовой удар. Затем сварочные швы очищаются, шлифуются. Потом наступает финишная покраска: рама подвешивается на транспортёр и поступает в специальный короб. Там на раму распыляется специальный полимерный порошок, и далее рама отправляется в печь, где порошок плавится и приобретает твердость камня и приятные переливы цвета. После окрашивания на раму клеятся фирменные стикеры, разработанные своими дизайнерами.

Не все велосипедные рамы производятся на заводе. Большое количество рам закупается в Китае. Примерно 5% рам из каждой импортной партии подвергаются входному контролю качества. Если обнаруживаются дефектные рамы, то число контрольных рам постепенно возрастает вплоть до проверки 100% единиц из партии. Рамы с дефектом, естественно, в дальнейшем производстве не участвуют.

Ещё одна часть велосипеда, которую собирает робот – это колёса. Загибочный станок загибает ободы из алюминиевых полос. После этого ободы проходят обработку высокими температурами для того, чтобы приобрести дополнительную прочность. Далее приступают к анодированию – нанесению на ободы антикоррозийного покрытия. Затем другой станок снимает с обода некоторое количество покрытия со стороны прилегания тормозных дисков. Третий станок делает в ободе отверстия. После работу продолжает человек. Он налаживает втулку со спицами: берётся втулка, вставляются ниппели в отверстия обода и в эти ниппели продеваются спицы. Эта процедура называется шнурованием колеса. Теперь к работе приступает ещё один станок, который закрепляет ниппель, а затем уже третий станок затягивает спицы. Протяжку обода до места окончательной сборки колеса выполняет робот. Человеку остаётся надеть на обод камеру и покрышку. Однако не все колёса изготавливаются роботизированным способом. Колёса нестандартных размеров изготавливаются человеком вручную. Но обычно таких колёс производится мало, так как они нужны для сборки велосипедов ограниченной партии.

Третий этап – конечная сборка велосипеда. Готовые рама и колёса отправляются на конвейер. Сборка проходит под крышей огромного цеха. Каждый работник выполняет 2-3 операции. За смену собирается примерно 500 велосипедов, при этом завод работает в обычном режиме, не на полную мощность. После сборки контролёр проверяет все узлы на наличие дефектов, и, если никаких дефектов не наблюдается, велосипед допускается к упаковке.

В процессе изготовления велосипеда применяются следующие новейшие разработки и техники:

Гидрофроминг – технология изготовления труб, позволяющая сгибать стальные трубки для рамы практически любой формы без ущерба прочности изделия. Для этого вовнутрь трубы под большим давлением подаётся вода.

4-Link System – это система четырехрычажной подвески, служащей для обеспечения плавности манёвренности велосипеда на дорожных покрытиях любого вида.

Reusable Chain Connector – многоразовый коннектор цепи, конструкция которого не требует использования специального инструмента для его снятия или установки.

Заключительный этап – упаковка велосипедов. Велосипед упаковывается, комплектуется техническим паспортом и взвешивается. Допускается превышение нормы массы до 100 г или недовес до 50 г. При большем отклонении велосипед снимается с конвейера, осматривается и комплектуется недостающими деталями или избавляется от лишних. Далее велосипед снова взвешивается, если отклонений от нормы не выявлено, то он упаковывается и поступает на склад [12].

Контроль качества продукции проводится на каждом этапе по несколько раз. Специалисты постоянно следят за процессом производства.

### **Заключение.**

История пермских велосипедов тянется ещё с 40-х годов прошлого века. На протяжении многих лет Пермь известна своими достижениями в области производства

велосипедов. В Пермском крае велопроизводство остаётся одной из главных отраслей промышленности.

В СССР велосипед «Урал» был своеобразным символом времени и страны. Завод «Велта» был одним из крупнейших производителей велосипедов. В свою очередь в наше время пермская компания «Forward» – один из крупнейших, теперь уже российских, производителей велосипедов и поставщиков велозапчастей и аксессуаров, сотрудничающий с мировыми компаниями и экспортирующий велосипеды за рубеж.

Производство велосипедов на пермском заводе – автоматизированный процесс, в котором участвуют современные роботы, выполняющие сложные процессы. Высокая степень автоматизации и многократные проверки – отличительные особенности большого производства. Пермские велосипеды пользуются популярностью и ценятся за их качество, надёжность, простоту, удобство. Богатая история велопроизводства, опыт прошлых лет, внедрение новых технологий и узнаваемость – это то, что делает Пермский край важной частью развития технической отрасли.

#### Библиографический список

1. Гуревич И., Вишневецкий А., Разин Ю. Современный велосипед. – Санкт-Петербург: ИГРА СВЕТА, 2009. – 300 с.
2. Мартенс Л. К. Техническая энциклопедия. – Москва: СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ, 1928. – 506 с.
3. Пермский край. Энциклопедия. – [Электронный ресурс] <http://enc.permculture.ru/>
4. ГАПК. Ф. р-1134. Оп.37. Д.2. Государственный архив Пермского края.
5. Ежиков И. Г. Имени Октябрьской революции. – Пермь: Пермское книжное издательство, 1989. – 312 с.
6. Туева И. И. Производственное объединение Пермский машиностроительный завод имени Октябрьской революции: буклет. – Пермь: Машзавод имени Октябрьской революции, 1989.
7. Федотова С. Начало производства велосипедов на заводе имени Октябрьской революции. – [Электронный ресурс]: Новый компаньон: <https://www.newsko.ru/articles/nk-3159582.html>
8. ВIKES: каталог. – Пермь: Звезда, 1990.
9. Панин В. Ф. Ремонт велосипедов. – Москва: Легпромбытиздат, 1989. – 112 с.
10. Булгаков А. А. Велосипедный туризм. – Москва: Ключ, 1998. – 624 с.
11. Шевцов Ю., Обманутые, но не побежденные. [Социальная деятельность профкома ОАО «Велта» в условиях банкротства предприятия]. Журнал «Профсоюзный курьер», 2002, 3 окт. (N 38)).
12. FORWARD. – [Электронный ресурс] <https://forwardvelo.ru>
13. FORMAT. – [Электронный ресурс] <https://format.bike>

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 628.5

Воронежский государственный технический университет  
студент группы мСОМ-212 факультета инженерных систем и сооружений

Овчинников А. С.

Россия, г. Воронеж, тел.: +7 (920) 448-01-07

e-mail: antoha-toni@bk.ru

Воронежский государственный технический университет

доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства

Жерлыкина М. Н.

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-28-92

e-mail: zherlykina@yandex.ru

Voronezh State Technical University  
student of group mSOM-212 faculty of engineering systems and structures

Ovchinnikov A. S.

Russia, Voronezh, phone number: +7 (920) 448-01-07

e-mail: antoha-toni@bk.ru

Voronezh State Technical University

sciences, associate professor of the department of housing and communal services

Zherlykina M. N.

Russia, Voronezh, phone number: +7(473)271-28-92

e-mail: zherlykina@yandex.ru

А. С. Овчинников, М. Н. Жерлыкина

### ВОПРОСЫ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ВЫБРОСОВ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Аннотация. В статье рассмотрены некоторые способы утилизации высокотемпературных выбросов на промышленных объектах, проведены экономические расчеты по подбору оборудования и их сравнительный анализ для решения данных вопросов.

Ключевые слова: утилизация теплоты; воздухообмен; промышленная вентиляция; вредные вещества; теплообменники.

A. S. Ovchinnikov, M. N. Zherlykina

### ISSUES OF HEAT UTILIZATION OF HIGH-TEMPERATURE EMISSIONS IN INDUSTRIAL VENTILATION

Annotation. The article discusses some methods of utilization of high-temperature emissions at industrial facilities, economic calculations for the selection of equipment and their comparative analysis for solving these issues.

Keywords: heat utilization; air exchange; industrial ventilation; harmful substances; heat exchangers.

#### Введение.

Предприятия различных отраслей промышленности РФ, как правило, потребляют значительные энергоресурсы, что снижает конкурентоспособность выпускаемой продукции. Поэтому повышение энергоэффективности является одной из важнейших задач современного производства. Оно может быть достигнуто различными способами, в число которых входит утилизация теплоты вентиляционных выбросов.

Поддержание нормируемых параметров микроклимата в цехах и на промышленных участках требует значительных объемов подаваемого и удаляемого воздуха. Часто вентиляционные выбросы предприятий характеризуются не только большими расходами и содержанием различных примесей, но и высоким температурным потенциалом. В этих случаях необходимо предусматривать утилизацию теплоты удаляемого воздуха. Такое использование энергетического потенциала вентиляционных выбросов может быть реализовано в регенеративных, рекуперативных, с промежуточным теплоносителем, на тепловых трубах и в комбинированных теплообменниках.

Система утилизации, включающая тот или иной тип теплообменника, проектируется в зависимости от конкретных условий технологического процесса и параметров газовой среды. Это подразумевает использование вторичных энергетических ресурсов (ВЭР), где часто теплота воздуха выбрасывается в атмосферу без повторного

использования, причем расход тепловой энергии на нужды промпредприятий высокий (около 50-80%), также стоит учитывать несовершенство энергоемкости технологического оборудования. Для различных промышленных установок, утилизация теплоты вместе с отходящими газами является современным и максимально эффективным способом использования топлива. Например, это особенно эффективно в сушильных установках, где присутствуют низкие температуры (около 100 °С), но высокая относительная влажность (близко к 100%). А именно при таких условиях энтальпия в сушильных установках, почти совпадает с энтальпией в промышленных печах при температурах 800-900 °С. Данный пример показывает насколько может быть эффективна эксплуатация ВЭР.

ВЭР классифицируется по нескольким видам и направлениям использования, но для решения данной задачи больше подходят тепловые ВЭР.

В основном тепловые ВЭР применяются в котельных и промышленных предприятиях, где происходит отвод тепла с вредными веществами.

Тепловые ВЭР по температуре выброса делятся на: высоко-, средне- или низкотемпературные. Помимо температуры на эффективность утилизации в технико-экономическом плане влияет еще и массовый расход вытяжного воздуха, загрязнение, параметры наружного воздуха, инееобразование, экономические затраты и т.д. В итоге получаем данные для подбора основного оборудования для утилизации выбросов.

Высокотемпературные ВЭР многофункциональны, они применяются как для производства пара, так и для выработки электроэнергии, сушильных процессов, нагрева воды и т.д. Стоит отметить, что потребителями данных ресурсов могут быть почти все отрасли промышленности, а также котельные, все зависит от вредных веществ и их дальнейшей очистке [4].

Рассмотрим возможности утилизации теплоты для ремонтно-производственной базы в городе Воронеж. На рис. 1 показано помещение, в котором расположен стенд для испытания двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Температуры конструктивных элементов двигателя могут достигать интервала температур от 0 до 450 °С, а температура вокруг стенда ДВС колеблется от 0 до 60 °С. При этом сам стенд в рабочее время работает непрерывно максимально до двух часов и периодически, по причине частой замены двигателей.

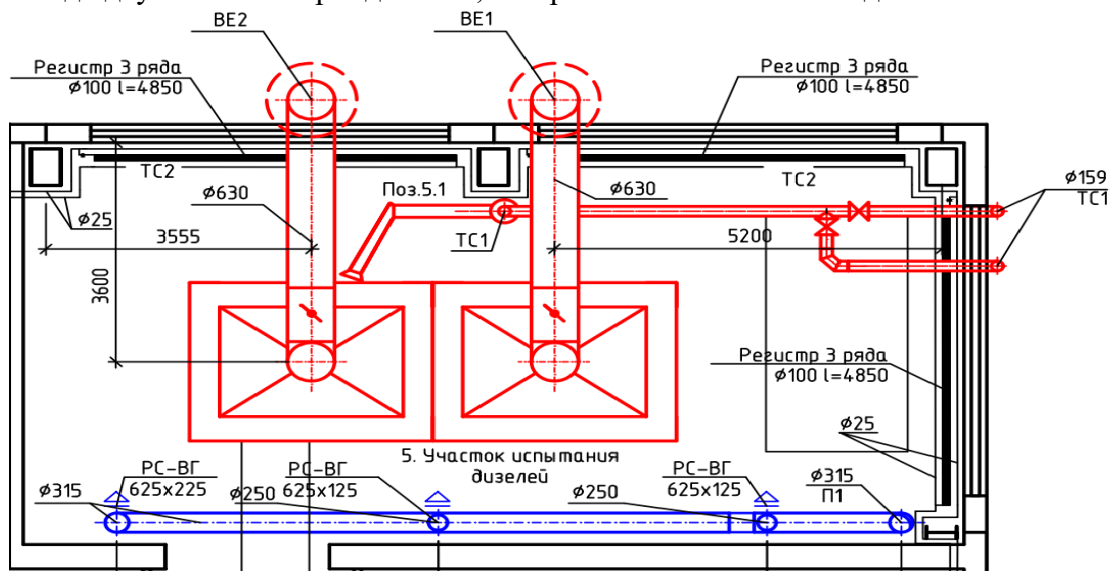


Рис. 1. Удаление вредных веществ из технологического оборудования (стенд испытания ДВС)

Следует отметить, что для ведения технологического процесса требуется оборудование, что значительно повышает энергопотребление предприятия. Больше того, в выбросах теплоты присутствуют вредные вещества, от испарения топлива, так же видно на

рис. 1 удаление загрязненного воздуха из стенда для испытания дизелей. Состав выхлопных газов указан в таблице.

Состав выхлопных газов

Таблица

Компоненты выхлопного газа	Содержание по объему, %		Примечание
	Двигатели		
	бензиновые	дизельные	
азот	74,0 - 77,0	76,0 - 78,0	нетоксичен
кислород	0,3 - 8,0	2,0 - 18,0	нетоксичен
пары воды	3,0 - 5,5	0,5 - 4,0	нетоксичны
диоксид углерода	5,0 - 12,0	1,0 - 10,0	токсичен
оксид углерода	0,1 - 10,0	0,01 - 5,00	токсичен
углеводороды(не канцерогенные)	0,2 - 3,0	0,009 - 0,500	токсичны
альдегиды	0 - 0,2	0,001 - 0,009	токсичны
оксид серы	0 - 0,002	0 - 0,03	токсичен
сажа, г/м <sup>3</sup>	0 - 0,04	0,01 - 1,10	токсична
бензопирен, мг/м <sup>3</sup>	0,01 - 0,02	0-0,01	канцероген

Необходимо очистить выброс от загрязнений, прежде чем повторно использовать на нужды предприятия. Для этого требуется применить установку по обезвреживанию воздуха. Лучше всего подходит термokatалитическая установка и на это есть несколько причин:

1) сжигание веществ намного эффективнее, а именно на 150-300°C ниже чем при использовании термической установки, что также предполагает экономию топлива.

2) можно подобрать катализатор, который будет эффективно обезвреживать вредные вещества, выделяемые в стенде ДВС, например платина способствует окислению несгоревших углеводородов в водяной пар, а оксида углерода (угарный газ, CO) в углекислый газ. Родий восстанавливает оксиды азота (NO<sub>x</sub>) в безвредный азот. На данный момент уже существуют каталитические нейтрализаторы, которые могут одновременно нейтрализовать вредные вещества (NO<sub>x</sub>, CO, C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>).

3) используя этот метод обезвреживания воздуха степень очистки достигает от 95 до 99% [5].

В промышленности для утилизации теплоты используются чаще всего роторные рекуператоры. Из-за своей компактности, возможности регулирования скорости вращения рекуператора, рабочего диапазона температур от -20 до +60°C, высокого КПД (от 60 до 87%) и отсутствие обмерзания. Но есть серьезная недостаток, который влияет на дальнейшую эксплуатацию выброса теплоты и на эффективность. Роторный рекуператор имеет менее 5% перемешивание приточного и удаляемого воздуха, из-за чего есть риск, что из очищенного воздуха (степень очистки 95-99%) могут попасть вредные вещества в приток. Это недопустимо в системах, где строгие требования к приточному воздуху, а значит высокотемпературный выброс лучше использовать на нагрев воды (отопление предприятия);

на термокаталитическую установку, т.е. для дожига вредных веществ в воздухе или для других технологических целей. Лучше рассмотреть дополнительно еще один теплоутилизатор.

Помимо роторных теплоутилизаторов, возможно применение и противоточных пластинчатых рекуператоров. У них диапазон температур от -20 до +60°C, характеризуется высоким КПД 82-92% и герметичностью, т.е. смешивание потоков отсутствует. В зависимости от расположения, возможностей и производства предприятия подойдет один из указанных теплоутилизаторов. Для этого необходимо рассмотреть один из параметров подбора теплоутилизатора – это обеспечение высокой экономической эффективности, которая выражается универсальным технико-экономическим критерием оптимальности [2,3].

Капитальные затраты ниже у роторного оборудования чем у пластинчатого, но только по этим вложениям невозможно говорить о целесообразности его применения. Окончательно показать разницу может универсальный критерий оптимальности КО, потому что в нем присутствуют экономические величины (капитальные и эксплуатационные затраты, нормативный срок окупаемости). Включены лишь те затраты, влияющие на выбор оптимального варианта. Это придает большую универсальность критерию оптимальности и дает возможность использовать его вне зависимости от особенностей и назначения конструкции [2].

Универсальный технико-экономический критерий в развернутом виде выглядит так:

$$КО = \left( \frac{1}{T_H} + K_a + K_d \right) (C_T + C_M + C_{эл}) + K_e \tau N$$

где  $C_T$  – цена теплообменника, руб.;  $C_M$  – цена монтажа теплообменника (берется 10% от  $C_T$ ), руб.;  $C_{эл}$  – цена нагнетателя (в данном случае это электродвигатель или вентилятор), руб.;  $N$  – мощность нагнетателя, кВт;  $K_a$  – годовые амортизационные отчисления, безразмерный коэффициент;  $K_d$  – годовые отчисления на текущий ремонт и содержание оборудования, безразмерный коэффициент;  $K_e$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии для предприятий, руб., берется  $K_e = 7,74$  руб. (за декабрь 2021 ПАО "ТНС энерго Воронеж");  $\tau$  – время работы оборудования за год, ч.;  $T_H$  – нормативный срок окупаемости, лет, берется от 1 года до 10 лет.

Цена теплообменника, расходы на монтаж, нагнетатели берутся из каталогов или прайс-листов предприятий, выпускающих данные продукты.

В связи недоступности дополнительной информации по предприятию ремонтно-производственной базы, годовые амортизационные отчисления вычисляются линейным способом:

$$K_a = \frac{1}{\text{срок службы оборудования}}$$

Срок службы оборудования для каждого предприятия выбирается самостоятельно, но в среднем роторный теплоутилизатор служит 8-15 лет. Такой широкий промежуток времени связан с подвижными частями установки, частотой обслуживания и из-за электропривода ротора. В конкретном случае берется среднее значение равное 12 годами для регенеративного и 15 лет для противоточного рекуператора [1].

$$K_{a, \text{роторный}} = \frac{1}{12} = 0,0833 ; K_{a, \text{роторный}} = \frac{1}{15} = 0,0667 .$$

Укрупнено выбирается средняя норма расходов на текущий ремонт и содержания оборудования принимаемая 5%, (т.е.  $K_d = 0,05$ ) для роторного теплоутилизатора, из-за вращающихся деталей и частого ремонта.  $K_d$  противоточного пластинчатого рекуператора принимается 4% (т.е.  $K_d = 0,04$ ), т.к. не имеет недостатков описанных ранее для роторного, но необходимо поддерживать герметичность [2,3].

В помещении ремонтно-производственной базы (рис.1) подбирается теплоутилизатор с расходом воздуха на выбросе  $L=8000 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Берется роторный теплоутилизатор Арктос RR 700\*400 (RR-1180) или противоточный пластинчатый рекуператор из установки Breezart 8000 Aqua RP PB. Сущность критерия оптимальности в том, чтобы наглядно показать

экономичную и эффективную сторону выбранных установок и выбрать из них подходящую условиям.

Результаты расчетов полученные для данных оборудования наглядно показаны на рис. 2, демонстрирующие зависимости КО от  $T_n$ . При этом ни один из теплоутилизаторов не окупается за 10 лет, причиной может быть амортизационные отчисления, необходимо знать дополнительные экономические параметры предприятия, чтобы рассчитать  $K_a$  по другому способу, например способ уменьшающегося остатка, который гораздо эффективнее линейного, или изменить срок службы оборудования, но конкретные и окончательные значения выбирает самое предприятие.

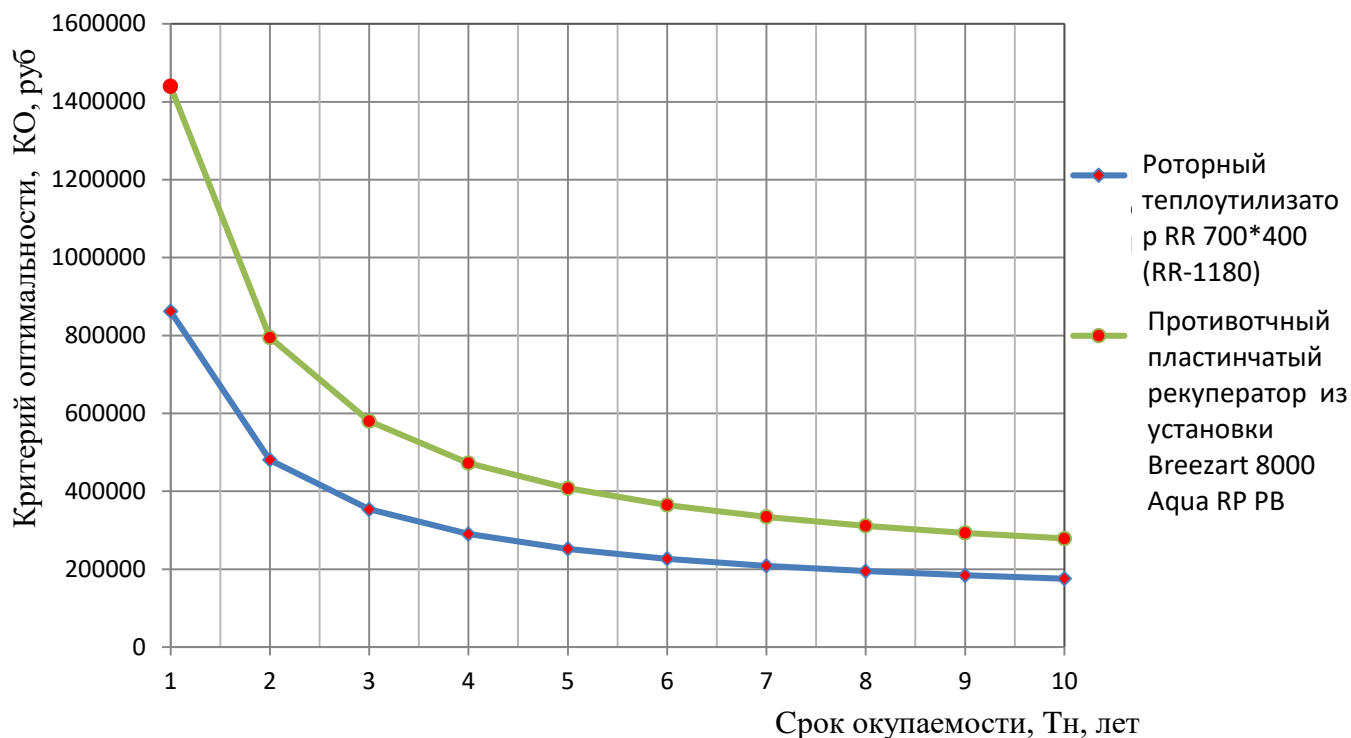


Рис. 2. График зависимости критерия оптимальности (КО) оборудования от срока окупаемости ( $T_n$ )

#### Заключение.

Сравнительный расчет выявил, что для обеспечения утилизации теплоты в помещении со стендом для ДВС по технико-экономическому варианту лучше подходит регеративный теплоутилизатор Арктик RR 700\*400 (RR-1180). Приведенные затраты этого оборудования характеризуют технические достоинства в экономической форме. Порядок расчета и подбор оборудования в рассматриваемом помещении ремонтно-производственной базы является рабочим и быстрым способом и может использоваться в других подобных вопросах.

#### Библиографический список

1. Баскакова, О. В. Экономика предприятия (организации) : учебник / О. В. Баскакова, Л. Ф. Сейко. — Москва : Дашков и К, 2018. — 370 с. — ISBN 978-5-394-01688-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/85603.html> (дата обращения: 27.05.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Клименко, А. П. Расчет теплообменных аппаратов на электронных вычислительных машинах [Текст] / А. П. Клименко, Г. Е. Каневец. - М. ; Л. : Энергия, 1966.
3. Маньковский О.Н., Толчинский А.Р., Александров М.В. Теплообменная аппаратура химических производств (Инженерные методы расчета). Л. «Химия», 1976.

4. Полосин, И.И. Охрана атмосферы от выбросов промышленной вентиляции и котельных / И.И. Полосин. Учебное пособие. Воронеж.: ВГАСУ, 2007. - 192 с. Скрыпник, А.И. Очистка вентиляционных выбросов от химических вредных веществ / А.И. Скрыпник. Воронеж.: ВГАСУ, 2002. - 118 с.



УДК 66.012.3

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет  
студент группы О23531 электроэнергетического факультета

Леонтьева Л. В.

Россия, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин

тел.: +7-905-898-53-35

e-mail: [kineil2201@gmail.com](mailto:kineil2201@gmail.com)

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет  
ст. преп. кафедры электроэнергетики и электрооборудования

Гальченко М. И.

Россия, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин,

e-mail: [maxim.galchenko@gmail.com](mailto:maxim.galchenko@gmail.com)

St. Petersburg State Agrarian University  
Student of the O23531 group of the Electric Power Faculty

Leontieva L. V.

Russia, Saint Petersburg, Pushkin,

tel.: +7-905-898-53-35

e-mail: [kineil2201@gmail.com](mailto:kineil2201@gmail.com)

St. Petersburg State Agrarian University  
Senior lecturer of the Department of Electric Power Engineering and Electrical Equipment

Galchenko M. I.

Russia, Saint Petersburg, Pushkin,

e-mail: [maxim.galchenko@gmail.com](mailto:maxim.galchenko@gmail.com)

Л.В. Леонтьева, М.И. Гальченко

## ДИНАМИКА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЕЭС РОССИИ В 2019-2021 ГОДУ

Аннотация. В данной работе рассматривается выработка и потребление электроэнергии в ЕЭС России за 2019-2021 год и причины изменения данных состояний. В результате исследования были выявлены вероятные причины скачкообразного изменения потребления электроэнергии относительно выбранного промежутка времени, составлен список рекомендаций по предотвращению подобных скачков.

Ключевые слова: выработка электроэнергии, потребление электроэнергии, снижение, повышение.

L. V. Leontieva, M. I. Galchenko

## DYNAMICS OF ELECTRICITY CONSUMPTION IN THE UES OF RUSSIA IN 2019-2021

Introduction. This paper examines the generation and consumption of electricity in the UES of Russia for 2019-2021 and the reasons for changing these conditions. As a result of the study, the probable causes of abrupt changes in electricity consumption relative to the selected period of time were identified, a list of recommendations for preventing such surges was compiled.

Keywords: electricity generation, electricity consumption, decrease, increase.

Потребление и выработка электроэнергии важная составляющая нашей жизни. Сегодня без электричества жизнь практически невозможна. В повседневной жизни это гаджеты, различные приборы для дома и многое другое. В промышленности электроэнергия еще более важна, без нее не будут работать станки, не запустятся машины, а следовательно, не будет производиться продукция. Поэтому очень важно следить за выработкой и потреблением энергии очень тщательно, ведь как сильное уменьшение, так и резкое увеличение потребления электроэнергии может сильно сказаться как на самой выработке электроэнергии и ее качестве, так и на других отраслях промышленности.

Для анализа были получены сведения с официального сайта АО «СО ЕЭС» [1]. Над данными были произведены элементы разведочного анализа. Для анализа были выбраны количество выработки электроэнергии в год в млрд кВт•ч, количество потребляемой электроэнергии в год в млрд кВт•ч. Данные параметры рассматривались относительно одного года, одной станции и в объединенной энергосистеме. При работе с данными параметрами использовались возможности Google Таблиц.

АО «СО ЕЭС» — Акционерное общество «Системный оператор Единой энергетической системы». Является субъектом оперативно-диспетчерского управления, осуществляющим централизованное оперативно-диспетчерское управление Единой энергетической системой России.

По оперативным данным АО «СО ЕЭС» потребление электроэнергии в Единой энергосистеме России в 2021 году составило 1090,4 млрд кВт•ч, в то время как в 2020 году 1050,4 млрд кВт•ч. Объем потребления электроэнергии за последние три года представлен на диаграмме (рис. 1).

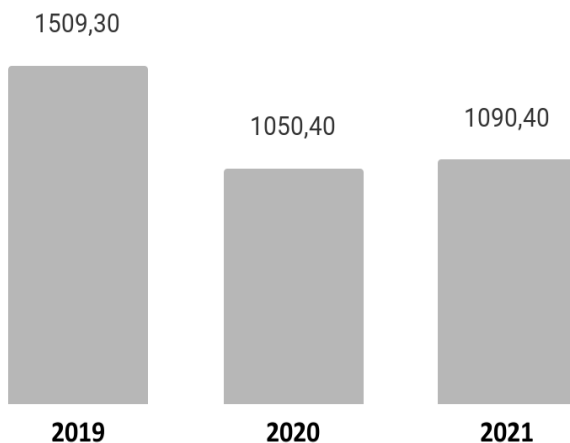


Рис. 1. Потребление электроэнергии в России, 2019-2021 годы, млрд кВт•ч

Выработка электроэнергии в России в 2021 году составила 1131,2 млрд кВт•ч, что на 6,3% больше, чем в 2020 году и на 4,5% больше, чем в 2019 (рис. 2).

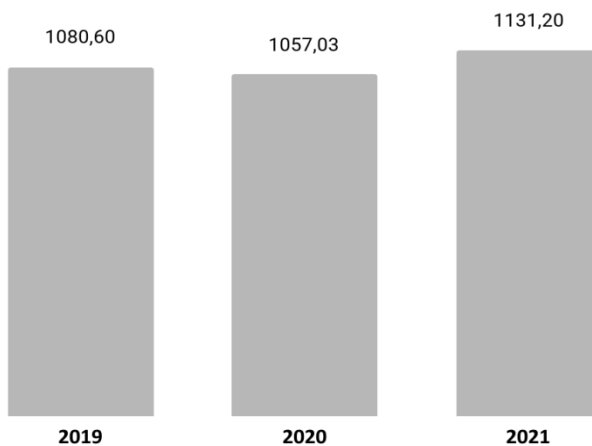


Рис. 2. Выработка электроэнергии в России, 2019-2021 годы, млрд кВт•ч

Вероятной причиной резкого снижения потребления и выработки электроэнергии в 2020 году и последующего ее увеличения в 2021 послужила неблагоприятная эпидемиологическая ситуация. К началу 2020 года был рассмотрен вопрос о введении карантина на территории Российской Федерации с последующим прекращением работы различных организаций, заводов и др. Это значительно повлияло на потребление электроэнергии, ведь большая часть расходуется именно на предприятиях промышленного типа. Также была приостановлена работа различных образовательные и других учреждений, что также повлияло на уменьшение потребления электроэнергии.

Начиная с мая 2020 года зафиксировано снижение электропотребления в ЕЭС России, что соответствует ограничениям в работе предприятий и организаций в условиях карантина и значительным снижением потребления электроэнергии предприятиями добычи и транспортировки нефти, а также снижением потребления топлива на внутреннем рынке. Это

может быть показано с помощью графика потребления электроэнергии в 2019 и 2020 годах (рис. 3).

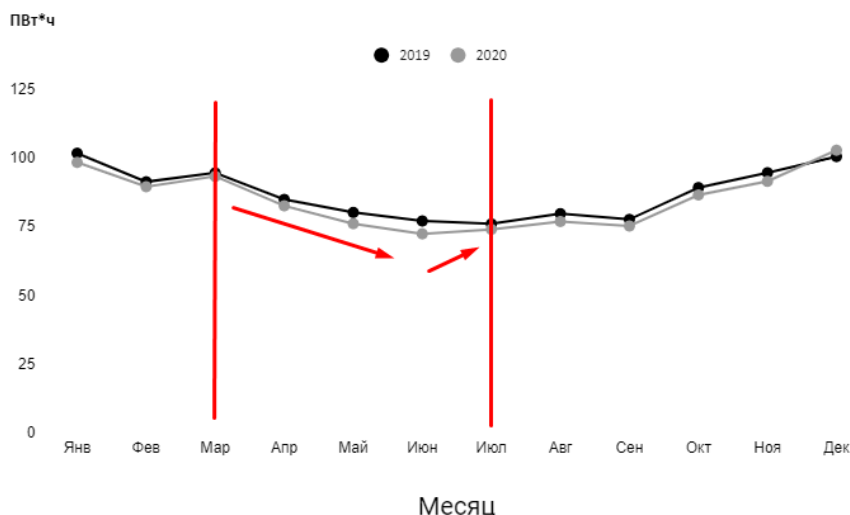


Рис. 3. Потребление электроэнергии 2019 и 2020 годах в ПВт\*ч

С мая по сентябрь снижение составило 15,93 ПВт\*ч, что соответствует 4,1 % относительно объемов 2019 года.

Снижение годового объема потребления электроэнергии в ЕЭС России может быть обусловлено повышением среднегодовой температуры на 1°С относительно прошлого года. Но, с высокой вероятностью мы можем говорить, что такое повышение температурного коэффициента не повлекло бы за собой столь большое снижение в потреблении электроэнергии, поэтому рассмотрим введение противоковидных мер на территории России в 2020 году. На графике красными отрезками показан период самых значительных ограничений в 2020 году (рис. 3). Именно в этот период и наблюдаются самые значительные отклонения. Рассмотрим подробнее введение изоляционных мер.

5.03.2020 - первое постановление в Москве о “введении мер повышенной готовности”, в результате которых были запрещены массовые мероприятия и некоторым компаниям следовало закрыться. К концу этого месяца большая часть регионов предприняла противоковидные меры по самоизоляции граждан. И уже в апреле виден спад потребления электроэнергии.

Указ 2.04.2020 о продлении нерабочих дней. 8.06.2020 частичное снятие карантинных мер в преддверии голосования. Отметим, что указанные даты соответствуют началу периода снижения потребления электроэнергии.

Т.к. наиболее значимый спад потребления электроэнергии был зафиксирован в июне (6,4 % от объемов 2019 года), рассмотрим данные за этот месяц подробнее.

Посмотрим на суточное потребление энергии в этом месяце (рис. 4) [2].

Заметим, что 8 числа произошло частичное снятие карантинных мер, и в этот период наблюдается спад потребления (3,8 % от значений 2019 года). Это может свидетельствовать о том, что решались разнообразные вопросы по возобновлению работы заводов, корпораций, офисов, и уже через несколько дней наблюдается значительное повышение потребления, что подтверждает ранее изложенную информацию. Большая часть корпораций, заводов и др. возобновили свою деятельность и начинают работать в штатном режиме.

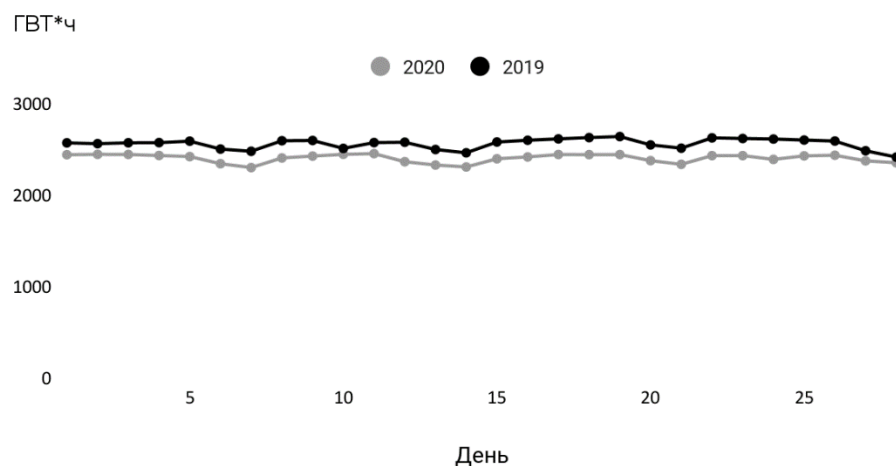


Рис. 4. Потребление электроэнергии в ГВт\*ч каждые сутки в июне месяце, данные выровнены по дням недели.

Последующие скачки потребления электроэнергии говорят нам о том, что именно эти дни выпали на выходные, а значит и потребление промышленной электроэнергии незначительно снижается. Размах за этот период потребления в 2019 году составил 144,34 ГВт\*ч, а в 2020 году составил 224,19 ГВт\*ч. Таким образом, при сохранении структуры временного ряда (снижение потребления в выходные дни, рост в рабочие дни), наблюдается рост вариабельности.

23. 07. 2020 значительное снятие противоковидных мер, следовательно увеличение потребления электроэнергии по причине того, что многие заводы, компании и корпорации начинают возобновлять свою деятельность. Потребление электроэнергии выходит примерно на тот же уровень.

Что касается увеличения потребления в 2021 и конце 2019 года (что видно на графике рис.3), то многие предприятия возвращаются к своей деятельности в этом году и покрывают потери длительной изоляции. Но вместе с этим не переставала развиваться новая деятельность, следовательно спрос на электроэнергию увеличивается.

Основную нагрузку по обеспечению спроса на электроэнергию в ЕЭС России в 2021 году несли тепловые электростанции (ТЭС), на втором месте по выработке электроэнергии оказались атомные электростанции (АЭС), далее гидроэлектростанции (ГЭС) и незначительную часть составили электростанции промышленных предприятий. (*Промышленные электростанции* — это электростанции, обслуживающие тепловой и электрической энергией конкретные производственные предприятия или их комплекс, они входят в состав тех промышленных предприятий, которые они обслуживают).

Количество выработка электроэнергии на различных электростанциях:

- на ТЭС составила 609,2 млрд кВт•ч
- на АЭС составила 222,2 млрд. кВт•ч
- на ГЭС составила 209,5 млрд. кВт•ч
- электростанции промышленных предприятий - 67,7 млрд. кВт•ч

Выработки электроэнергии для каждой электростанции представлен на диаграмме (рис. 5).

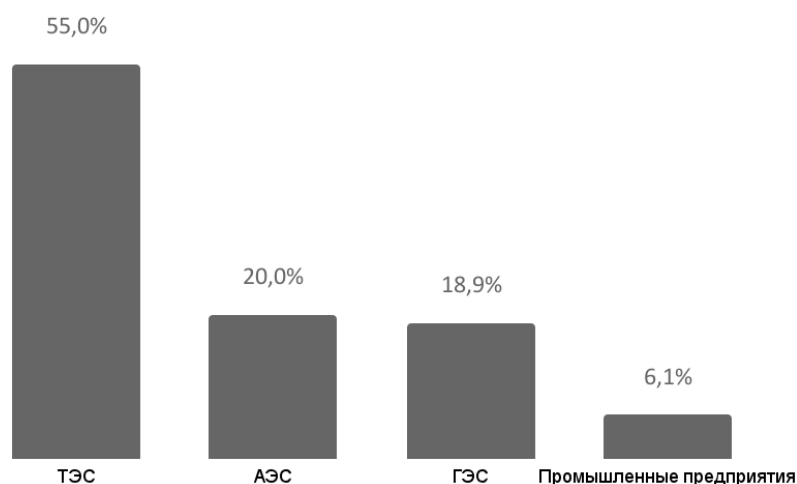


Рис. 5. Выработка электроэнергии на различных электростанциях

Таким образом, около половины всей производимой энергии (55%) вырабатывает ТЭС, на долю АЭС и ГЭС приходится около 20% выработки по каждому из типов. Приходится признать, что большая часть вырабатываемой энергии относится к “грязной”, так как ТЭС массово используют сжигание угля и нефти.

В результате проведенного анализа, были выявлены следующие закономерности:

- Потребление электроэнергии упало в 2020 году относительно 2019, вероятнее всего, вследствие пандемии, которая затронула все отрасли нашей жизни, и повлияло на режим работы всех граждан нашей страны, а впоследствии и на режим работы производственных предприятий.

- Данные условия - скачки потребления электроэнергии - можно ожидать в условиях любой другой подобной неблагоприятной ситуации. В случае, когда режим работы предприятий и офисов вынуждены сокращать свои рабочие часы.

- Уровень ограничений, который может быть формализован на основе отнесения регионов к различным зонам (“красная”, “жёлтая”, “зелёная”), а также уровня ограничений в зоне, необходимо учитывать как в среднесрочных, так и в краткосрочных прогнозах

#### Библиографический список

1. Системный оператор Единой энергетической системы [Электронный ресурс] // Потребление электроэнергии в ЕЭС России/ URL: <https://www.so-ups.ru> (Дата обращения 25.01.22).

2. Системный оператор Единой энергетической системы [Электронный ресурс] // Генерация и потребление в сутки/ URL:

УДК 621.313.292

Воронежский государственный технический университет  
студент группы БУТС-201 факультета энергетики и  
систем управления

Киселёва Д.Д.

Россия, г. Воронеж, тел.: 89529510423

e-mail: kis.daria02@mail.ru

Воронежский государственный технический университет  
студент группы мЭП-211 факультета энергетики и  
систем управления

Чесноков М.А.

Россия, г. Воронеж, тел.: 89005925388

e-mail: maxim.chesnokow@yandex.ru

Воронежский государственный технический университет  
студент группы мИУ-221 факультета энергетики и  
систем управления

Лебедева А.В.

Россия, г. Воронеж, тел.: 89529502469

e-mail: nast.vf17@gmail.com

Воронежский государственный технический университет  
старший преподаватель кафедры электропривода,  
автоматики и управления в технических системах

Киселёва О.А.

Россия, г. Воронеж, тел.: +79081383916

e-mail:kis.ola@mail.ru

Voronezh State Technical University  
student of the group bTCB-201 Faculty of Energy and  
Control Systems

Kiseleva D.D.

Russia, Voronezh, tel.: 89529510423

e-mail: kis.daria02@mail.ru

Voronezh State Technical University  
student of the mEP-211 group of the Faculty of Power  
Engineering and Control Systems

Chesnokov M.A.

Russia, Voronezh, tel.: 89005925388

e-mail: maxim.chesnokow@yandex.ru

Voronezh State Technical University  
student of the group mIU-221 of the Faculty of Energy  
and Control Systems

Lebedeva A.V.

Russia, Voronezh, tel.: 89529502469

e-mail: nast.vf17@gmail.com

Voronezh State Technical University  
Senior Lecturer in the Department of Electrical Drive,  
Automation and Management in Technical Systems

Kiseleva O.A.

Russia, Voronezh, tel.: +79081383916

e-mail:kis.ola@mail.ru

Д.Д. Киселёва, М.А. Чесноков, А.В. Лебедева, О.А. Киселёва

## ЭЛЕКТРОПРИВОД С БЕСКОНТАКТНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА БЕСПИЛОТНОГО АППАРАТА ДЛЯ ЛЕТАЮЩЕЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ

Аннотация. В работе рассматриваются особенности построения электроприводов с бесконтактными двигателями постоянного тока для беспилотного аппарата и возможности его применения в летающих сенсорных сетях. Показано, что время непрерывного полёта можно увеличить за счет применения энергосберегающих режимов работы электропривода и выбора аккумуляторов. Уменьшение веса и габаритов электропривода за счет бездатчикового управления также влияет на характеристики беспилотного аппарата. Ключевые слова: бесконтактный двигатель постоянного тока, электропривод, беспилотный аппарат, летающая сенсорная сеть.

D.D. Kiseleva, M.A. Chesnokov, A.V. Lebedeva, O.A. Kiseleva

## ELECTRIC DRIVE WITH NON-CONTACT DC MOTOR OF THE UNMANNED VEHICLE FOR FLYING SENSOR NETWORK

Annotation. The paper deals with the features of the construction of electric drives with non-contact DC motors for an unmanned vehicle and the possibility of its use in flying sensor networks. It is shown that the time of continuous flight can be increased through the use of energy-saving modes of operation of the electric drive and the choice of batteries. Reducing the weight and dimensions of the electric drive due to the sensorless control also affects the characteristics of the unmanned vehicle.

Keywords: non-contact DC motor, electric drive, unmanned vehicle, flying sensor network.

Сеть, которая объединяет датчики и исполнительные устройства с помощью радиоканалов, является самоорганизующей сенсорной сетью. Она может быть расположена на площади нескольких квадратных километров, так и нескольких метров. Размер покрытия сети зависит от способности ретрансляции информации от одного узла к другому [1].

Применение беспилотных летательных аппаратов с большим временем нахождения в режиме полета позволило создать летающие сенсорные сети. Надежность работы беспилотных аппаратов для сенсорной сети определяется в первую очередь характеристиками электроприводов лопастей.

Расположение сенсорной сети в труднодоступных районах, необходимость периодичного сбора информации с датчиков, привело к тому, что беспилотные летающие аппараты, стали рассматривать как элементы этих сетей, так как приборы, установленные на них, могут выполнять функции головных узлов сенсорной связи.

Вопросы сбора и передачи информации с сенсорных полей решаются протоколами сетей общего пользования.

Актуальным является вопрос применения беспилотного летающего аппарата, несущего эту аппаратуру, позволяющую получить требуемую информацию от датчиков.

Основной проблемой летающих аппаратов, питаемых от аккумуляторов, которую необходимо решить – это увеличить время нахождения в полете. Длительность полета в таких устройствах определяется применяемыми аккумуляторами и электроприводами.

Рассмотрим возможность применения бесконтактных двигателей постоянного тока в электроприводе лопастей летающего аппарата. Это связано с тем, что источником питания является аккумулятор, поэтому для обеспечения минимального преобразования энергии желательно использовать двигатели, которые питаются от источника постоянного тока. Применение двигателей постоянного тока нежелательно из-за наличия щеточно-коллекторного узла, бесконтактные двигатели постоянного тока также можно питать от источника постоянного тока, подключив к нему силовой инвертор.

Такая замена позволит обеспечить:

- низкий уровень акустического шума и электромагнитных помех по сравнению с универсальными коллекторными двигателями постоянного тока;
- оптимальное соотношение массогабаритных характеристик и мощности;
- работу в опасных средах.

Себестоимость изготовления бесконтактных двигателей постоянного тока немного выше, чем коллекторных двигателей, но это компенсируется сроком службы и энергосберегающими характеристиками.

Синхронный электродвигатель, применяемый в качестве исполнительного элемента, обладает преимуществами, необходимыми для летающего аппарата. Источник питания для электропривода – постоянное напряжение, поэтому применение аккумуляторной батареи возможно без применения дополнительного электромеханического и электрического преобразования энергии.

Датчики обратной связи (датчики скорости, угла поворота, электромагнитного момента) можно сформировать в виде наблюдателей состояния, которые не увеличат количество соединительных проводов, так как не будут применяться электромеханические датчики, что положительно скажется на габаритно-весовых показателях аппарата.

Полетный контроллер одна из важных частей летательного аппарата, он определяет и формирует сигналы управления для электроприводов, которые в свою очередь вращают лопасти и создают подъемную силу.

В настоящее время предпочтение отдают специальным современным литий-полимерным аккумуляторам, емкость которого влияет на продолжительность полета. Аккумуляторы Li-Polymer более безопасны, имеют различные формы и размеры, что наиболее выгодно их отличает от других типов.

На рисунке приведена структурная схема электропривода при питании от аккумулятора с наблюдателем состояния. Наиболее энергоэффективный метод управления в электроприводе – это векторное управление с учетом особенностей построения бесконтактных двигателей постоянного тока [2 - 4]. Наблюдатель состояния, используя косвенные измерения, вычисляет скорость вращения и угол поворота ротора по аналоговым значениям тока и напряжения, преобразованным с помощью АЦП.

Возмущающим воздействием, действующим на объект управления, и влияющим на его характеристики является внешний механический момент  $T_m$ , приложенный к ротору — нагрузка. Используя комбинированный принцип регулирования во внешнем контуре по

скорости, можно компенсировать влияние возмущения с большим быстродействием. Это достигается введение контура корректирующей обратной связи по величине механического момента.

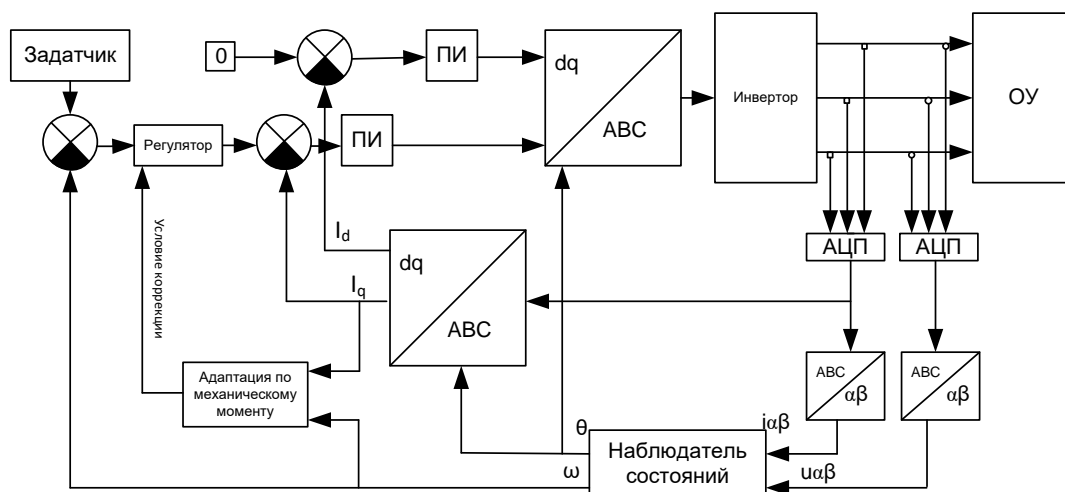


Рис. Структурная схема электропривода при питании от аккумулятора с наблюдателем состояния

Исследования, проведенные авторами, показали, что применение бесконтактных двигателей постоянного тока в электроприводах летательных аппаратов для сенсорных сетей позволят более эффективно снимать информацию с датчиков, расположенных на больших площадях, так они обеспечивают необходимое время нахождения межзарядного полета летающего аппарата, достаточного для облета всей сети.

#### Библиографический список

1. Кучерявый А. Е. Летающие сенсорные сети / А. Е. Кучерявый, А. Г. Владыко, Р. В. Киричек, А. И. Парамонов, А. В. Прокопьев, И. А. Богданов, А. А. Дорт-Гольц // Электросвязь. — 2014. — № 9. — С. 2–5.
2. Киселёва Д.Д. Особенности управления на низких скоростях в электромеханических системах с бесконтактными двигателями постоянного тока/ Д.Д. Киселёва, И.Г.Тузиков, С.А. Винокуров//Студент и наука. 2021. № 5 (16). С. 33-36.
3. Киселёва Д.Д. Управление дискретным вращающимся полем бесконтактного двигателя постоянного тока в позиционно - следящих электромеханических системах/ Д.Д. Киселёва, Н.И. Гриненко Н.И., С.А. Винокуров//Студент и наука. 2021. № 5 (16). С. 33-36.
4. Киселёва Д.Д. Управление с учетом запаздывания в канале обратной связи позиционно-следящей системой с бесконтактным двигателем постоянного тока/Д.Д. Киселёва, С.А. Винокуров// Научная опора Воронежской области: сборник трудов победителей конкурса научно-исследовательских работ студентов и аспирантов ВГУ по приоритетным направлениям развития науки и технологий. Воронеж. 2021. 323-32.



УДК 711.163

Воронежский государственный технический университет  
студент группы БГЕО-191 строительного факультета  
Лазарев Д.С.  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7-951-874-91-20  
e-mail: danila.lazariev.01@mail.ru

Voronezh State Technical University  
Student of group bGeo-191 building faculty  
Lazarev D.S.  
Russia, Voronezh, tel.:+7-951-874-91-20  
e-mail: danila.lazariev.01@mail.ru

Воронежский государственный технический университет  
канд. техн. наук, доцент кафедры кадастра  
недвижимости, землеустройства и геодезии  
Хахулина Н.Б.  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7-905-654-09-93

Voronezh State Technical University  
Candidate of Technical Sciences, docent of the  
Department of Real estate cadastre, Land management  
and Geodesy  
Hahulina N.B.  
Russia, Voronezh, tel.:+7-905-654-09-93

Д.С. Лазарев, Н.Б. Хахулина

## ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Аннотация. Статья посвящена выполнению построения трехмерной модели учебного корпуса университета, опираясь на комплексные геодезические измерения. Рассмотрены этапы проведения геодезических измерений, построения облака точек из фотоснимков учебного корпуса. Сделаны выводы о точности совмещения полученных из геодезических измерений координат элементов здания с их аналогами на облаке точек.

Ключевые слова: Геодезические измерения, 3D - модель, построение, облако точек, электронный тахеометр, GPS приемник, контроллер, программное обеспечение.

D.S. Lazarev, N.B. Hahulina

## BUILDING A THREE-DIMENSIONAL MODEL BASED ON INTEGRATED GEODETIC MEASUREMENTS

Annotation. The article is devoted to the implementation of the construction of a three-dimensional model of the educational building of the university, based on complex geodetic measurements. The stages of conducting geodetic measurements, building a cloud of points from photographs of the educational building are considered. Conclusions are drawn about the accuracy of matching the coordinates of building elements obtained from geodetic measurements with their analogs on a point cloud.

Keywords: Geodetic measurements, 3D - model, construction, point cloud, electronic tacheometer, GPS receiver, controller, software.

На современном этапе трехмерное моделирование стало неотъемлемой частью практически всех сфер деятельности человека. Создавать трехмерные модели можно с использованием различных технологий и программных средств [1 - 8].

В данном случае представлена работа по созданию трехмерной модели с использованием технологии электронной тахеометрии и аэрофотосъемки с БПЛА. Эти технологии, чаще всего дополняют друг друга и увеличивают эффективность подобных работ, но также существует возможность сравнения и уточнения некоторых параметров.

Первым этапом работы было проведение тахеометрической съемки с помощью электронного тахеометра фирмы Sokkia

Суть метода тахеометрической съемки заключается в установлении точек, представляющих рельеф местности и контуры предметов. Основной задачей такой съемки является подготовка плана исходной местности.

Полевые работы при тахеометрических съемках начинают после того, как на изучаемую территорию нанесены тахеометрические ходы, отмечены станции деревянными или металлическими кольями в зависимости от необходимости их продолжительности.

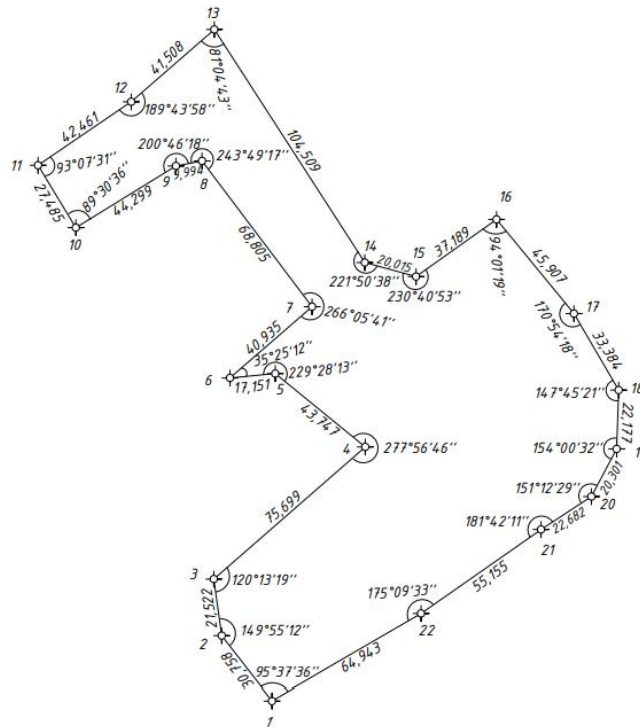


Рис. 1. Схема плановой сети с результатами измерений

Для начала на точку съемки ставится штатив, на нем закрепляется прибор так, чтобы зрительная труба находилась на уровне глаз, центрируют тахеометр, измеряют высоту от точки до устройства. Далее производится ориентирование на исходную точку путем установки нуля лимба с учетом истинного или магнитного меридиана в любую из соседних точек. В большинстве случаев ориентирование осуществляется по кругу влево. Данные, полученные в ходе проводимых работ, должны быть протоколированы; современные виды тахеометров способны сохранять полученные данные в память устройства или на внешние накопители.

Камеральные работы при тахеометрической съемке производятся в 4 этапа. На первом этапе работ проверяются полевые журналы, а результаты тахеометрической съемки обрабатываются путем пересчета полученных данных.

При обнаружении ошибок они устраняются с внесением необходимых коррективов. Далее вычисляют плановые положения съемочных станций на поверхности и их высотные отметки. По завершению вышеизложенных работ проводится составление плана тахеометрической съемки местности, с этой целью в необходимом масштабе на него наносят съемочные пункты и тахеометрические ходы, измеряют расстояния между ними для проверки. Полярным способом располагают на плане точки пикетов, рядом с ними указывают номер и отметку.

Таким образом были получены координаты опорных точек в условной системе координат [].

Вторым этапом стало создание съемочной сети ГНСС приемником с целью привязки полученных координат к системе координат МСК-36 [9].

Следующим шагом стало проведение фасадной съемки самого учебного корпуса университета.

Для выполнения данного проекта, были выбраны беспилотные технологии, которые позволяют значительно сократить сроки выполнения работ, обеспечивают измерение труднодоступных участков, таких как крыши, навесы и т.д. Для фасадной съемки использовался квадрокоптер DJI Air 2S с наложением снимков более 75 %. Было получено 410 фотографий.



Рис. 2. Пример снимка учебного корпуса университета

Для обработки результатов фасадной съемки использовалась программа Agisoft Metashape Professional. Она включает в себя технологии машинного обучения для анализа и постобработки, что обеспечивает высочайшую точность результатов.

Ход работы

- Загрузка снимков. Программа не просто добавляет снимки в свое рабочее поле, а ищет общие точки соприкосновения снимков. Для поиска общих точек Metashape использует алгоритм, сначала находящий «особые» точки на отдельных фотографиях, затем на основе уникальных идентификаторов — дескрипторов — производящий идентификацию точек. Если точка распознается на двух или более кадрах, она становится совпадающей.

- Выравнивание кадров (фототриангуляция). Этот процесс реализуется с помощью алгоритма Bundle Block Adjustment, который берет за основу метод наименьших квадратов. Bundle Block Adjustment – это интерпретация способа связок, самого строгого метода решения фототриангуляции. Расчеты могут включать координаты точек привязки и проекции маркеров на каждом кадре. Всем параметрам можно присвоить веса - степень их участия в расчетах.

- Построение плотного облака точек. Оно строится на основе карт глубины. Для их построения используется алгоритм Semi-Global Matching. Суть алгоритма в том, что каждому пикселю левого изображения стереопары соответствует пиксель правого изображения. Каждый пиксель левого изображения сравнивается с подмножеством пикселей правого изображения с соответствующей ординатой. При этом для всего изображения формируется параллелепипед, где каждому пикселю соответствует «строка» ячеек, а ряду пикселей изображения соответствует продольное сечение куба. Элементы куба представляют собой значения критерия соответствия, анализируя которые находят минимальные значения для каждого пикселя. Кроме того, связи между соседними пикселями анализируются в восьми направлениях вокруг данного пикселя. Следовательно, для каждого пикселя левого изображения находится соответствующее значение продольного параллакса и, следовательно, пространственные координаты точек плотной модели.



Рис. 3. Плотное облако точек, полученное из обработанных снимков

- Экспорт. Для этого сохраняем полученное облако точек в нужном формате (В нашем случае сохраняем облако в формате .las). [8].

Теперь перейдем к обработке результатов тахеометрической и спутниковой съемок. На этом этапе будет использоваться программа NanoCAD. NanoSoft NanoCAD 22 предназначен для инженеров и архитекторов в области гражданского и промышленного строительства. Основные области применения: проектирование инженерных сооружений, транспортных и канализационных сетей, объектов инженерной защиты, благоустройство ландшафта, природоохранных объектов. Он позволяет интегрировать данные, полученные из GPS-съемок, обеспечивает удобную визуализацию, анализ данных и скоординированное сотрудничество нескольких экспертов. NanoCad автоматизирует процесс формирования земельных участков и предлагает готовые модели съемки для профилирования, а также предоставляет широкий спектр возможностей по обработке данных инженерно-геологических и инженерно-геодезических изысканий. При сборе данных и работе с GPS-трекингом обеспечивается удобный доступ к данным, возможность их оптимизации и записи в разных форматах. Вы можете создавать карты на основе топографической съемки, либо использовать оцифрованные, уже существующие объекты, преобразовывая их в облако точек. После импорта в NanoCAD вы получаете произвольно ориентированное облако точек, формирующее поверхности фасадов, проемов и стен. На виде сверху эти точки должны быть совмещены так, чтобы один из фасадов здания относился к оси «OX». Это облегчает обработку. После поворота группы точек редактировать и рисовать фасады на изометрических видах удобнее всего в режиме ортогонального построения (Орто), что упрощает идентификацию разных точек. Результатом обрисовки всех точек будет являться полноценная трехмерная модель фасадов здания с нанесенными проемами и другими необходимыми элементами.

После обработки результатов тахеометрической и спутниковой съемок в рабочее поле импортируем облако точек.

Далее идет процедура выравнивания нашего облака с тахеометрическим ходом. Выравнивание облака точек происходит по команде «ВЫРАВНИВАНИЕ», указывая две исходные и две целевые точки.

Результатом работы является полученная 3D – модель, «привязанная» к местной системе координат [11].

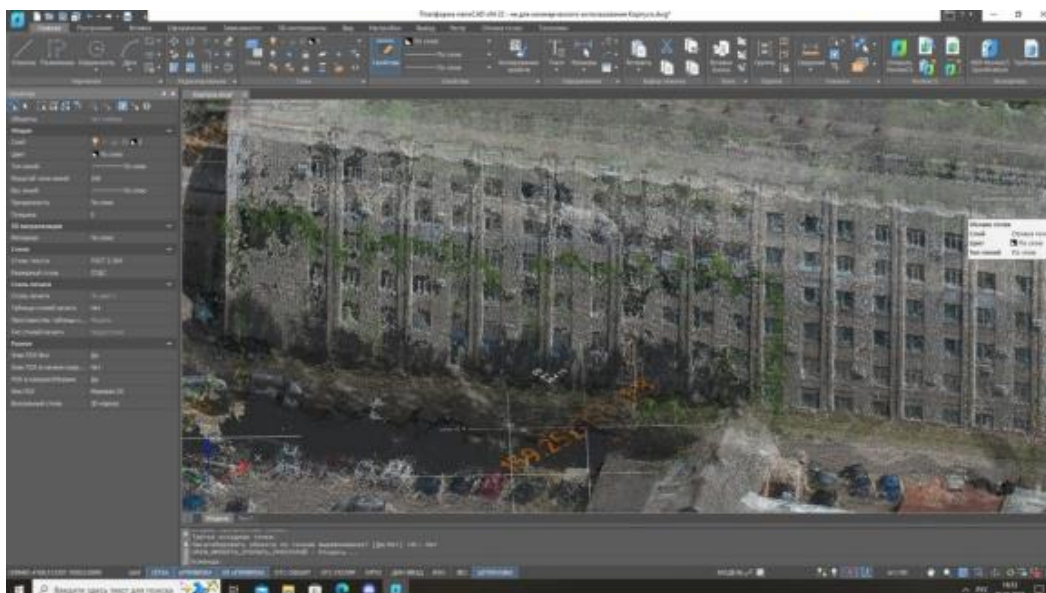


Рис. 4. Привязанное облако точек к тахеометрическому ходу

Анализируя результаты, был обнаружен факт присутствия некоторых отклонений координат объектов здания от фактического их расположения. Это может быть вызвано многими аспектами, основным из которых является недостаточно высокий уровень выравнивания облака точек с тахеометрическим ходом. Привязываясь через команду «ВЫРАВНИВАНИЕ» мы не исключаем того факта, что была выделена не та точка в облаке, которая и привела к расхождению на несколько сантиметров.

#### Библиографический список

1. Нетребина Ю.С. База геодезического мониторинга как основа анализа деформаций зданий и сооружений / Ю.С. Нетребина, Н.Б. Хахулина, Б.А. Попов // Научный журнал строительства и архитектуры. 2022. № 3 (67). С. 11-19.
2. Ершова Н.В. Проблемы государственной кадастровой оценки земельных участков на этапе реформирования / Н.В. Ершова, В.Н. Баринов, Н.И. Трухина, Г.А. Калабухов, С.А. Галкин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2021. Т. 14. № 3 (70). С. 185-194.
3. Корницкая О.В. Формирование основных аспектов эффективного использования земельных ресурсов / О.В. Корницкая, Э.Ю. Околелова, Н.И. Трухина // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2020. № 4-1. С. 73-78.
4. Маслихова Л.И. К вопросу об использовании технологии лазерного сканирования при изучении объектов культурного наследия в российской и зарубежной практике / Л.И. Маслихова, Н.Б. Хахулина // Проблемы социальных и гуманитарных наук. 2018. № 4 (17). С. 87-92.
5. Хахулина Н.Б. Лазерное сканирование, как метод сбора пространственной информации для кадастра недвижимости / Н.Б. Хахулина, А.А. Черкасов // В сборнике: КАДАСТРОВОЕ И ЭКОЛОГО-ЛАНДШАФТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ. Материалы международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ. 2018. С. 260-264.
6. Трухина Н.И. Управление инвестиционным проектом воспроизводства недвижимости с учетом рисков / Трухина Н.И., Чернышихина И.И. // Вестник МГСУ. 2012. № 9. С. 227-233.
7. Геодезические работы. Тахеометрический съемка: сайт. – URL: [https://studbooks.net/1181860/geografiya/taheometrisheskiy\\_semka](https://studbooks.net/1181860/geografiya/taheometrisheskiy_semka) – Текст: электронный.

8. Руководство пользователя Agisoft Metashape: сайт. – URL: [https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro\\_1\\_5\\_ru.pdf](https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_1_5_ru.pdf) – Текст: электронный.
9. Создание опорных геодезических сетей с помощью ГНСС: сайт. – URL: [https://kpfu.ru/staff\\_files/F553837598/Zagretdinov%20Posobie%202.pdf](https://kpfu.ru/staff_files/F553837598/Zagretdinov%20Posobie%202.pdf) – Текст: электронный.
10. Фасадная съёмка: сайт. – URL: <https://www.factor-geo.ru/fasadnaya-s-jomka> – Текст: электронный.
11. NanoCAD. Руководство пользователя.: Нанософт, 2015. – 784 с.

УДК 332.8

Воронежский государственный технический университет  
студент группы мВЕЗ-211 факультета инженерных систем и сооружений

Горожанкин С.И.

Россия, г. Воронеж

Воронежский государственный технический университет

ст. преп. кафедры жилищно-коммунального хозяйства  
Дудкина Е.Ю.

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-28-92

e-mail: anikdud78@mail.ru

Воронежский государственный технический университет

канд. техн. наук, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства

Драпалюк Д.А.

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-28-92

Voronezh State Technical University  
Student of group mVEZ-211 faculty of engineering systems and structures

Gorozhankin S.I.

Russia, Voronezh

Voronezh State Technical University  
Senior lecturer of the department of housing and communal services

Doudkina E.Yu.

Russia, Voronezh, tel.: +7(473)271-28-92

e-mail: anikdud78@mail.ru

Voronezh State Technical University

Candidate of technical sciences, associate professor of the department housing and municipal services

Drapaliuk D.A.

Russia, Voronezh, tel.: +7(473)271-28-92

С.И. Горожанкин, Е.Ю. Дудкина, Д.А. Драпалюк

## АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОХРАННОСТИ ЖИЛОГО ФОНДА Г. ВОРОНЕЖ

Аннотация. Для определения текущего состояния жилищного фонда, а также для выявления тенденций его изменения необходимо собирать и анализировать соответствующую информацию за определенный период времени.

Ключевые слова: жилой фонд, жилищные условия, рынок жилья, ремонтно-строительные работы, ветхое и аварийное жилье, взнос на капитальный ремонт.

S.I. Gorozhankin, E.Yu. Doudkina, D.A. Drapaliuk

## ANALYSIS OF THE PROBLEMS OF OPERATION AND PRESERVATION OF THE HOUSING STOCK OF VORONEZH

Introduction. To determine the current state of the housing stock, as well as to identify trends in its changes, it is necessary to collect and analyze relevant information for a number of years.

Keywords: housing stock, housing conditions, housing market, repair and construction works, dilapidated and dilapidated housing, contribution for major repairs.

В настоящее время одной из приоритетных задач государственной политики является реализация национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России», в рамках которого решаются три подпрограммы Федеральной целевой программы «Жилище», посвященные вопросам, касающимся повышения уровня благосостояния населения. Одним из основных направлений решения данной задачи является обеспечение доступности жилья и жилищных услуг для каждой семьи. Рост доступности жилья, в свою очередь, может быть обеспечен за счет расширения платежеспособного спроса населения на жилье и услуги (за счет увеличения спроса) как на первичном, так и на вторичном рынке.

Для определения текущего состояния жилищного фонда, а также для выявления тенденций его изменения необходимо собирать и анализировать соответствующую информацию за ряд лет. Сбором такой информации по области занимается Воронежский областной комитет государственной статистики. Анализ статистических данных помогает в количественной оценке охарактеризовать происходящие процессы.

Он играет важную роль, так как позволяет своевременно заметить вновь появляющиеся и оценить существующие проблемы, актуальные для данного сектора экономики. Для принятия решений, направленных на развитие воспроизводства жилищного фонда, необходимо анализировать показатели его состояния и отслеживать результаты предпринятых действий.

Ежегодно жилищный фонд Воронежской области увеличивается, однако, изменения носят незначительный характер.

Согласно данным статистики, размер жилищного фонда с каждым годом увеличивается, при этом за анализируемый период прирост жилищного фонда составил 12,3%. Такое увеличение, в большей степени, достигается за счет увеличения общей площади частного жилищного фонда, прирост которого составляет 27,9%. Более наглядно динамика прироста жилищного фонда представлена на рисунке 1.

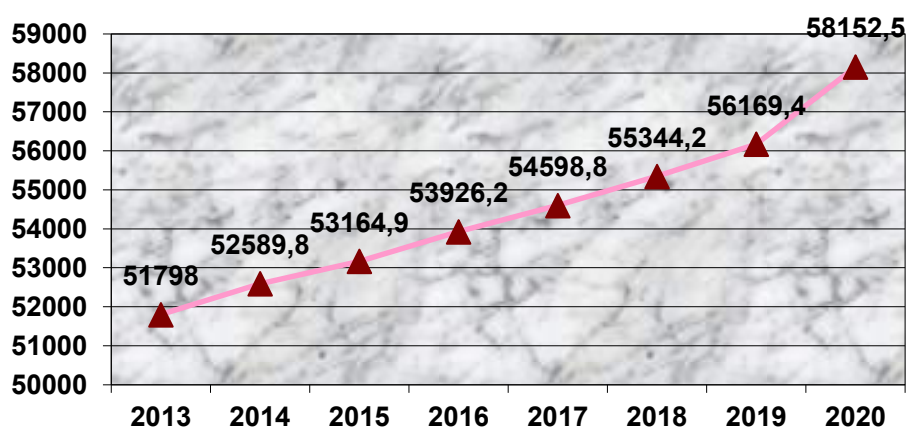


Рис. 1. Динамика изменения жилищного фонда 2013-2020 годы

Всего за последние пять лет (2016-2020 г.г.) в области построено 407,2 тыс. м<sup>2</sup> общей площади жилых домов. Максимальный объем ввода в действие жилья за эти годы отмечен в 2020 год.

Важным показателем при анализе состояния жилищного фонда является обеспеченность жильем в расчете на одного жителя общей площади, в кв. метрах. Большинство семей проживает в неблагоприятных условиях с ненадежными системами коммунального обслуживания. При этом величина российского норматива ниже аналогичного показателя практически во всех странах не только Западной, но и Восточной Европы. Это свидетельствует о низком качестве жилищных условий.

На начало 2014 года обеспеченность жильем в расчете на одного жителя Воронежской области составила 25,6 м<sup>2</sup> общей площади. Обеспеченность жильем в расчете на одного жителя за последние пять лет составляет увеличение на 11,7%.

Рост обеспеченности жильем в городской местности на протяжении всего анализируемого периода наибольший и составляет 26%. Рост обеспеченности жилья в сельской местности составляет 13,6%.

Из общего числа отдельных квартир наибольшее количество приходится на двухкомнатные – 38,2%, трехкомнатные квартиры составляют 28,2% от общего числа квартир; квартиры, имеющие четыре и более комнат – 11,2%, остальные 22,4 % приходятся на однокомнатные.

Более наглядно структура распределения квартир по количеству комнат отражена на рисунке 2.



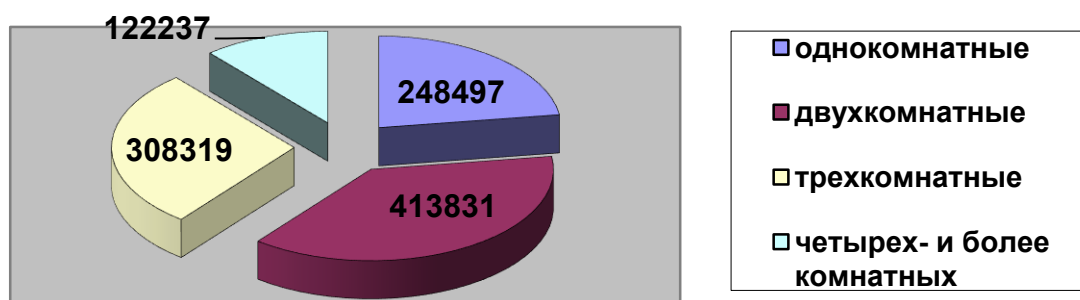


Рис. 2. Структура общего числа квартир по количеству комнат

За последние годы уровень благоустройства жилищного фонда изменился незначительно.

Исходя из представленных данных, можно сделать вывод, что за анализируемый период происходит увеличение уровня обеспеченности благоустройства жилищного фонда, но незначительными темпами.

Приведенные данные не учитывают новое строительство, поскольку в данном случае рассматривается проблемы вторичного рынка жилья. Степень благоустройства вновь вводимых жилых домов и комфортности из года в год возрастает вследствие повышения потребности в достойном существовании, разработке новых строительных материалов и технологий и развитии научно-технического прогресса.

Для вторичного инженерных сетей характерна его периодичность возведения по времени постройки, что характеризуется использованием различных строительных материалов и конструкций и позволяет оценить их износ.

Распределение жилищного фонда по времени постройки за анализируемый период приведено в таблицах 1 и 2. По Воронежской области в целом наибольшую долю имеют здания, построенные в 1946-1970 годы – 51%, построенные в 1971-1995 годы – 29,6%, построенные в 1921-1945 годы – 9,2%, построенные после 1995 года – 7,1%, построенные до 1920 года – 3,1% (рис. 3).

Таблица 1

Распределение жилищного фонда по времени постройки в области за анализируемый период по зданиям

ГОД	в том числе				
	до 1920 г.	1921-1945	1946-1970	1971-1995	после 1995г.
2015	20225	48025	287820	155799 <sup>1)</sup>	27312
2016	17631	50470 <sup>1)</sup>	283908	158985 <sup>1)</sup>	31290
2017	17344	50288	282566	159339	33098
2018	17015	49765	274977	159478	38111

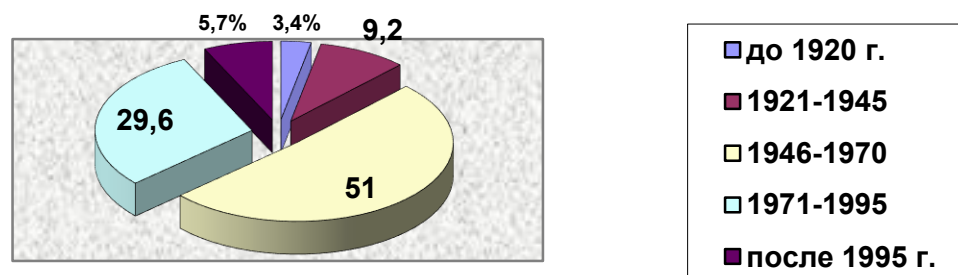


Рис. 3. Структура зданий Воронежской области по времени постройки на начало 2018 года

Распределение жилищного фонда по времени постройки в области за анализируемый период по площади (тыс.кв.м)

ГОД	В том числе				
	до 1920 г.	1921-1945	1946-1970	1971-1995	после 1995г.
2011	*	*	*	*	*
2012	1286,6	2996,7	21858,7	22063,1	4383,7
2013	*	*	*	*	*
2014	*	*	*	*	*
2015	1152,2	2901,9	22179,3	22016,9	6347,7
2016	1218,0	3085,3	21800,0	21952,0	7287,1
2017	1198,8	3103,7	21756,4	21965,5	8144,0
2018	1183,0	3130,7	21396,2	22115,8	10326,8

\* - данные отсутствуют

Площадь жилищного фонда по состоянию на начало 2018 года, построенного в 1971-1995 годы составляет 28,0%, построенного в 1946-1970 годы – 28,8%, построенного после 1995 года – 11,8%, построенного в 1921-1945 годы – 2,4%, построенного до 1920 года – 0,7 %.

С течением времени состояние жилищного фонда требует проведения соответствующих ремонтно-строительных работ и соответственно выделения значительных финансовых ресурсов. Анализ причин увеличения ветхого и аварийного жилья показал, что такая ситуация сложилась вследствие отсутствия своевременного финансирования ремонтно-строительных работ, и истечения эксплуатационного срока службы зданий.

В связи с сокращением государственного финансирования, работы, связанные с капитальным и текущим ремонтом жилищного фонда сокращены. Капитальный ремонт жилищного фонда выполняется в пределах 40% от нормативной потребности. Выполняются работы только неотложного характера для поддержания работоспособности инженерного оборудования, создания минимальных условий для возможности проживания населения, вследствие чего, своевременно не ремонтируясь, жилищный фонд продолжает ветшать и приходит в ветхое и аварийное состояние.

До 1991 года в области проводилось плановое отселение граждан из ветхого и аварийного жилищного фонда с привлечением средств предприятий и организаций. В связи с выходом федерального закона «Об основах федеральной жилищной политики» эта обязанность возложена на собственников жилья. Происходит увеличение количества ветхого и аварийного жилфонда в связи с принятием его муниципальной собственностью от ведомств.

На сегодняшний день общая площадь жилищного фонда в городе составляет 26 374,3 тыс. кв. м., из которых общая площадь ветхого и аварийного жилищного фонда 776,77 тыс. кв. м.

Кроме того, большое количество семей на территории города проживают в общежитиях, которые также не отвечают современным требованиям благоустройства и, соответственно, стандартам. Средний износ муниципальных общежитий составляет более 50%. Капитальный ремонт зданий и инженерных сетей бывшими собственниками общежитий не проводился более 20 лет, в результате чего конструкции и инженерные сети пришли в негодность и требуют капитального ремонта.

Большинство проживающих в ветхих домах граждан не в состоянии самостоятельно приобрести или получить на условиях найма жилье удовлетворительного качества. Отсутствие реальной возможности приобретения жилья для улучшения жилищных условий создает в обществе социальную напряженность, ведет к ухудшению демографической ситуации.

Наибольшая доля ветхого и аварийного инженерных сетей - это малоэтажные (до 4 этажей) жилые дома, которые являются муниципальной собственностью. Данные дома строились в послевоенные годы (а некоторые и в довоенные) из древесно-стружечных материалов на деревянном основании, шлакоблоков и других конструкций.

Невыполнение своевременного ремонта конструкций приводит к усиленному износу и резкому увеличению стоимости проведения восстановительных работ соответственно и рентабельности объектов инженерных сетей. О недостаточности объемов капитального ремонта жилищного фонда свидетельствует рост аварийности зданий, случаи аварий конструкций, обрушение архитектурного убранства зданий, увеличение количества жалоб от граждан и т.п.

За последние несколько лет, начиная с 2010 года, администрации городского округа город Воронеж удалось активизировать работу по расселению и сносу аварийных и непригодных для проживания домов. Это стало возможным во многом благодаря участию города в реализации 8 региональных программ переселения граждан из аварийного жилищного фонда, финансирование которых осуществлялось из бюджета городского округа, с привлечением средств областного бюджета и Фонда содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства.

По итогам 2019 года расселены (находятся в стадии расселения) 104 многоквартирных дома, 1208 семей (2930 человек) переселены в новые благоустроенные квартиры.

Переселение граждан осуществлялось путем приобретения готового жилья у застройщиков. Практика реализации программ переселения, показала, что существует проблема отсутствия на рынке жилья предложений от строительных организаций жилых помещений экономического класса. В последние годы средняя рыночная стоимость одного квадратного метра приобретаемых жилых помещений в городском округе значительно возросла и превышает стоимость одного квадратного метра общей площади жилого помещения по Воронежской области, утвержденной Министерством регионального развития РФ. Поэтому строительным организациям экономически невыгодно принимать участие в торгах.

Вместе с тем, на территории города остается актуальной проблема обеспечения жильем молодых семей. Как правило, молодые семьи не могут получить доступ на рынок жилья без бюджетной поддержки. Даже имея достаточный уровень дохода для получения ипотечного жилищного кредита, они не могут оплатить первоначальный взнос при получении кредита. За время действия федеральной целевой программы «Жилище» 2011-2015 годы улучшили жилищные условия с помощью государственной поддержки - 108 молодых семей.

Таким образом, анализ современного состояния жилищной сферы показывает, что:

- переселение граждан из аварийного жилищного фонда осуществляется недостаточными темпами;
- приобретение готового жилья у застройщиков для переселения граждан – недостаточно эффективный способ реализации мероприятий по расселению аварийных домов;
- не обеспечено эффективное распоряжение земельными участками, освободившимися после сноса расселенных аварийных многоквартирных домов;
- уровень технического состояния муниципальных общежитий, не соответствует правилам и нормам технической эксплуатации жилых зданий.

Важнейшими мерами повышения ресурсообеспеченности муниципальной жилищной политики служат: эффективное использование бюджетных средств, привлечение частных инвестиций путем создания благоприятных условий для инвесторов, привлечение средств населения (молодых семей).

Основные мероприятия муниципальной политики в жилищной сфере направлены, прежде всего, на решение проблемы обеспечения благоустроенным жильем населения,

которую также возможно решить за счет предоставления гражданам жилых помещений повторного заселения.

Реализация программы позволит улучшить жилищные условия горожан, проживающих в ветхих и аварийных зданиях, создать безопасные и комфортные условия проживания граждан в результате обеспечения содержания, проведения текущего и капитального ремонта в муниципальных общежитиях.

Комплексный подход к развитию застроенных территорий даст возможность массово решить проблему расселения не только аварийных домов за счет бюджетных средств, но и ветхих жилых домов без привлечения средств бюджета, создать на месте деградирующих кварталов высококачественную градостроительную среду, обеспечивающую устойчивое развитие данных территорий, удобную для проживания жителей, с совершенствованием социальной и инженерной инфраструктур.

За счет комплексной реконструкции на территориях существующих кварталов, занятых малоценным жилым фондом, генеральным планом предусмотрено разместить более 30% от общей площади нового строительства жилья.

Строительство муниципальных жилых домов для переселения граждан позволит сократить финансовые расходы бюджета городского округа.

В прогнозном периоде наметятся следующие значимые тенденции:

- осуществление мер по улучшению технического состояния жилищного фонда в городском округе должно привести к позитивным изменениям в жилищно-коммунальном комплексе;

- уменьшение доли населения, проживающего в ветхом и аварийном жилищном фонде;

- привлечение инвестиций в жилищное строительство;

- строительство муниципальных жилых домов на земельных участках, освободившихся после сноса расселенных аварийных домов за счет бюджетных средств;

- развитие социальной инфраструктуры отдельных районов города.

Увеличение производственной базы Городского жилищного управления с учетом объема всего принимаемого жилья только за счет бюджета города невозможно вследствие его дефицита. Все это приводит к увеличению недовольства со стороны жильцов. Систематизация обращений по тематическим направлениям свидетельствует о том, что основная часть вопросов жителей касается технического состояния и эксплуатации муниципального фонда (57,5 %), в том числе: ремонта лестничных площадок и мест общего пользования (16,2%), неудовлетворительного санитарного состояния придомовой территории (11,1%), течи и ремонта кровли (10,7%), неудовлетворительного технического состояния инженерного оборудования (7,2%), вопросы аварийного состояния конструктивных элементов (балконов, козырьков и т.д.) (6,2%), вопросы неудовлетворительного технического состояния подвальных помещений (4,8%), вопросы неисправного состояния вентиляционной системы (0,8%) и лифтового оборудования (0,5%) и вопросы самовольной перепланировки жилых помещений (8%), вопросы оказания некачественных коммунальных услуг (19,9%) по: отоплению - 10,5%, по холодному водоснабжению - 5,2%, по горячему водоснабжению - 3,5%, по электроснабжению - 0,7% и т.д. [1]

Характеристика жилищного фонда по материалу стен, техническому состоянию, этажности приведены в таблице 3

По материалу стен г. Воронеж характеризуется, как капитальный. Город на 92,8% от общего жилищного фонда застроен каменными и кирпичными жилыми домами. Техническое состояние жилых домов, по данным бюро технической инвентаризации, характеризуется следующими показателями из общего объема жилищного фонда: 78,4% имеют износ до 30% и 20,8% имеют износ от 31% до 65%, 0,8% инженерных сетей имеют износ свыше 65%.

Таблица 3

## Распределение жилищного фонда по материалу стен, времени постройки и проценту износа

Наименование показателей	№ строки	Общая площадь жилых помещений, тыс. м <sup>2</sup>	Число проживающих, тыс. чел.	Число жилых домов (индивидуальных зданий) единиц	Число многоквартирных жилых домов, единиц
А	Б	1	2	3	4
По материалу стен:					
Каменные, кирпичные	34	14427,1	584,2	11771	17034
Панельные	35	6224,6	254,7	158	923
Блочные	36	323,6	13	62	101
Монолитные	37	135,5	5,5	1	17
Смешанные	38	20,2	0,8	5	4
Деревянные	39	1572,7	63,2	6148	11099
Прочие	40	67	2,7	260	321
По годам возведения:					
до 1920	41	178,7	7,2	287	1432
1921—1945	42	520,9	21,3	798	2752
1946—1970	43	6850,7	278,3	9975	18811
1971—1995	44	9215,5	374,2	3837	4624
После 1995	45	6004,9	243,1	3508	1880
По проценту износа:					
от 0 до 30 %	46	17851,4	724	9967	11160
от 31 % до 65 %	47	4734,9	192,6	8193	17707
от 66 % до 70 %	48	116,9	4,7	152	387
Свыше 70 %	49	67,5	2,8	93	245

Таблица 4

## Капитальный ремонт жилищного фонда

	Общая площадь капитально отремонтированных жилых домов			В том числе отремонтированных помещений в квартирах			Из нее в домах, где проведена реконструкция		
	всего	в городских поселениях	в сельской местности	всего	в городских поселениях	в сельской местности	всего	в городских поселениях	в сельской местности
<b>Всего</b>	<b>93425</b>	<b>93425</b>	-	<b>85457</b>	<b>85457</b>	-	<b>993</b>	<b>993</b>	-
в том числе по формам собственности:									
государственная	14085	14085	-	14085	14085	-	-	-	-
муниципальная	46209	46209	-	46209	46209	-	993	993	-
частная	33131	33131	-	25163	25163	-	-	-	-
смешанная	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 5

Число семей получивших жилые помещения улучшивших жилищные условия и состоящих на учете в качестве нуждающихся в жилых помещениях, по отдельным категориям семей

	Число семей, получивших жилые помещения и улучшивших жилищные условия в отчетном году	Число семей, состоящих на учете в качестве нуждающихся в жилых помещениях, на конец года
<b>Всего, единиц</b>	<b>854</b>	<b>47554</b>
в том числе:		
инвалидов ВОВ, погибших военнослужащих и семей, приравненных к ним	9	620
участников ВОВ	3	850
инвалидов и семей, имеющих детей-инвалидов	32	1672
военнослужащих-ветеранов Афганистана	10	494
военнослужащих, уволенных в запас или отставку	7	1263
военнослужащих, увольняемых в запас или отставку	-	13
многодетных семей	20	1679
молодых семей	371	3721
принимавшими участие в работах по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС	36	360
беженцев	-	-
вынужденных переселенцев	9	466
проживающих в ветхом и аварийном жилфонде	30	206

Фонд капитального ремонта многоквартирных домов Воронежской области провел сверку платежей, поступивших в виде взносов на капитальный ремонт общего имущества за пять месяцев. Собираемость взносов за период с января по май 2019 года составила 69,6% от начисленных сумм.

Если в январе собираемость взносов на капитальный ремонт составила 38,9%, в феврале – 78,3%, в марте – 79,7%, в апреле – 67,4%, то в мае – 82,7%. Таким образом средневзвешенный уровень собираемости взносов за пять месяцев составил 69,6%.

Обязанность по уплате взносов на капитальный ремонт у собственников помещений в многоквартирных домах, включенных в региональную программу капремонта на 2014-2044 годы, наступила в декабре 2014 года. В Воронежской области утвержден минимальный размер взноса на капитальный ремонт на 2015 год – 6,6 руб. за 1 квадратный метр общей площади принадлежащего собственнику помещения.

В региональную программу капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах Воронежской области на 2014-2014 годы включены 8735 многоквартирных домов общей площадью 35 млн. 438 тыс. кв. м. В соответствии с Жилищным кодексом РФ за счет фондов капитального ремонта, сформированных исходя из минимального размера взноса на капитальный ремонт, проводятся следующие виды работ:

- ремонт внутридомовых инженерных систем электро-, тепло-, газо-, водоснабжения, водоотведения;

- ремонт или замена лифтового оборудования, признанного непригодным для эксплуатации, ремонт лифтовых шахт;

- ремонт крыши;

- ремонт подвальных помещений, относящихся к общему имуществу в многоквартирном доме;

- ремонт фасада;

- ремонт фундамента многоквартирного дома.

В случае принятия собственниками помещений в многоквартирном доме решения об установлении взноса на капитальный ремонт в размере, превышающем минимальный размер взноса на капитальный ремонт, часть фонда капитального ремонта, сформированная за счет данного превышения, по решению общего собрания собственников помещений в многоквартирном доме может использоваться на финансирование любых услуг и работ по капитальному ремонту общего имущества в многоквартирном доме.

Анализ состояния инженерных сетей показал, что его качественные и количественные характеристики определяются особенностями различных форм собственности, периодами постройки жилых домов, конструктивными схемами и планировочными параметрами, капиталностью, социально-демографическими параметрами проживающих, условиями эксплуатации, уровнем благоустройства, а также его территориальным расположением.

Недостаточность и фрагментарность имеющихся методических подходов к обоснованию стратегии повышения эффективности управления портфелем собственности жилья, затрудняет комплексную реализацию программ обновления муниципального фонда. Сложившаяся практика отсутствия системного воздействия на инвестиционно-строительный процесс реконструкции и строительства объектов недвижимости, требует привлечение на российский рынок новых участников рынка профессиональных услуг, которые бы обеспечивали создание, управление и реализацию объектов недвижимости в заданные сроки, в пределах соответствующих бюджетных ограничений, либо с использованием собственных средств.

#### Библиографический список

1. Абелев М.Ю. Строительство зданий и сооружений в сложных грунтовых условиях. - М.: Стройиздат, 1986.

2. Абрашитов В.С. Техническая эксплуатация и обследование строительных конструкций: Учебное пособие. -М.: ИАСВ, 2002.-96с.



3. Авиром Л.С. Надежность конструкций сборных зданий и сооружений. Л., Стройиздат. 1971, 171с.
4. Авторский надзор за строительством зданий и сооружений СТО СМК 22-2004 ЦНИИПСК ИМ. МЕЛЬНИКОВА., Москва 2004г.
5. Матвеев Е.П. Реконструкция жилых зданий. Часть II. Индустриальные технологии реконструкции жилых зданий различных периодов постройки. М.: ГУП ЦПП, 1999.-301стр.
6. Методика определения физического износа зданий. М., 1970
7. Аредаторский Е. Долговечность жилых зданий: пер. Спльск. – М.: Стройидат, 1983.
8. Асельдеров З.М., Донец Г.А. Представление и восстановление графов
9. Атаев С.С. и др. Технология строительного производства. / под ред. С.С. Атаева. - М.: Высшая школа, 1977.
10. Бабакин В.И. Переустройство жилищного фонда. - М.: Стройиздат, 1981.
11. Бабакин В.И., Ройтмап А.Г., Сироткин М.А. Переустройство жилых зданий. - М.: Московский рабочий, 1971.
12. Барзилович Е.Ю. Некоторые случаи профилактического обслуживания систем с резервированием // Кибернетику на службу коммунизму. - М.: Энергия, 1984, т.2.
13. Барлоу Р., Прошан Ф. Математическая теория надежности. - М.: Советское радио, 1969.
14. Бартышев Л.В. Конструктор и экономика. - М.: Экономика, 1977.
15. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Финансы и статистика, 1981. - 263 с, ил. - (Мат. статистика для экономистов).
16. Гроздов В.Т. Признаки аварийного состояния несущих конструкций зданий и сооружений. – СПб. Издательский Дом KN+, 2001.-48с., 17рис., 1табл.
17. Гусаков А.А. Выбор проектных решений в строительстве. Стройиздат, 1982 (совместное издательство СССР-ЧССР).
18. Гусаков АЛ., Веремеенко С.А., Гинзбург А.В. и др. Организационно-технологическая надежность строительства. М., 1994, 471 с
19. Дикман Л.Г. Организация жилищно-гражданского строительства. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. -495 с.
20. Дикман Л.Г. Организация строительного производства/ Учеб. для строит. Вузов. – М.: Издательство АСВ, 2002.-512с.
21. Жилищный фонд Воронежской области в 2014 году/ Статистический бюллетень. – Воронеж, 2014. – 17 с.

**Научное издание**

**СТУДЕНТ И НАУКА**

**Научный журнал**

**Выпуск № 3 (22)**

В авторской редакции

Дата выхода в свет: 31.10.2022

Объем данных 2,6 Мб

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»  
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84