

МОЛОДЁЖНЫЙ ВЕСТНИК ИрГТУ

СЕТЕВОЕ ИЗДАНИЕ
<http://mvestnik.istu.irk.ru/>

Том 14 № 3 2023



Молодежный вестник ИрГТУ

Сетевое издание

Том 14 № 3 2023

2023

Молодежный вестник ИрГТУ

Сетевое издание

Том 14 № 3 2023

В журнале публикуются статьи по техническим, естественным, гуманитарным, социально-экономическим и общественным наукам

Журнал основан в 2011 году
Периодичность издания -
4 раза в год

Сведения о журнале можно найти на сайте: <http://mvestnik.istu.irk.ru>

Журнал зарегистрирован
Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор)

Свидетельство о регистрации
Эл № ФС77-84389
от 26 декабря 2022 г.

Журнал имеет свободный доступ
к публикациям;
включен в Научную электронную
библиотеку (eLIBRARY.RU)
для создания Российского индекса
научного цитирования (РИНЦ)

Учредитель Федеральное
государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования «Иркутский
национальный исследовательский
технический университет»
(ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»)

Издатель ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»

Адрес учредителя, издателя:

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Адрес редакции:

664074, г. Иркутск,
ул. Лермонтова, 83, ауд. И-022,
e-mail: mvestnik@istu.edu

Редакционная коллегия

Пешков В.В., д.э.н., профессор, директор Института архитектуры, строительства и дизайна, советник РААСН, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия) – главный редактор

Члены редколлегии:

Большаков А.Г., д.а., профессор, заведующий кафедрой архитектурного проектирования, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Евстафьев С.Н., д.х.н., профессор, заведующий кафедрой химии и пищевой технологии, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Зайдес С.А., д.т.н., профессор, профессор кафедры материаловедения, сварочных и аддитивных технологий, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Калашников М.П., д.т.н., профессор, декан строительного факультета, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления (г. Улан-Удэ, Республика Бурятия, Россия)

Кикучи М., доктор наук (экология), инженер департамента городского и регионального планирования, Токийская Ассоциация Парков (г. Токио, Япония)

Кузнецов Н.К., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой конструирования и стандартизации в машиностроении, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Лобацкая Р.М., д.г.-м.н., профессор, заведующая кафедрой ювелирного дизайна и технологий, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Матвеева М.В., д.э.н., профессор кафедры экспертизы и управления недвижимостью, советник РААСН, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Наумов И.В., д.и.н., профессор кафедры истории и философии, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Никаноров А.В., к.т.н., доцент кафедры металлургии цветных металлов, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Петров А.В., д.т.н., профессор Института информационных технологий и анализа данных, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Пэлжээгийн Отгонбаяр, д.т.н., профессор, профессор Архитектурно-Строительной Школы, Монгольский Государственный Университет Науки и Технологии (г. Улан-Батор, Монголия)

Пахаруков А.А., к.юрид.н., доцент, заведующий кафедрой юриспруденции, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Сколубович Ю.Л., д.т.н., профессор, ректор, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (г. Новосибирск, Россия)

Струк Е.Н., доктор философских наук, заведующая кафедрой социологии и психологии, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Фань Фэн, профессор, советник ректора, Харбинский политехнический университет, заместитель исполнительного директора Ассоциации технических университетов России и Китая (г. Харбин, Китай)

Федотов А.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой автомобильного транспорта, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Харинский А.В., д.и.н., профессор, научный руководитель научно-исследовательской лаборатории археологии, палеоэкологии и систем жизнедеятельности народов Северной Азии, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Ходжа Э., профессор геоинформационных систем и моделирования, Факультет геологии и горного дела, Политехнический университет Тираны (г. Тирана, Албания)

Чупин В.Р., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой городского строительства и хозяйства, советник РААСН, Иркутский национальный исследовательский технический университет (г. Иркутск, Россия)

Яськова Н.Ю., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой инвестиционно-строительного бизнеса Института отраслевого менеджмента РАНХ и ГС (г. Москва, Россия)

Молодежный вестник ИрГТУ

Сетевое издание

Том 14 № 3 2023

Уважаемые читатели!
Предлагаем вашему вниманию очередной выпуск сетевого издания
«Молодежный вестник ИрГТУ»

«Молодежный вестник ИрГТУ» – это сетевое издание (выходит 4 раза в год), на страницах которого отражаются основные результаты научно-исследовательских работ ученых, докторантов, аспирантов, студентов вузов и НИИ не только Восточно-Сибирского региона, но и других регионов России.

Приглашаем вас к активному творческому сотрудничеству по научным направлениям:

- Машиностроение
- Электроника, фотоника, приборостроение и связь
- Информационные технологии и телекоммуникации
- Энергетика и электротехника
- Транспортные системы
- Строительство и архитектура
- Исторические науки
- Философия
- Филология
- Экономика
- Психология
- Педагогика
- Социология
- Право
- Науки о Земле и окружающей среде
- Недропользование и горные науки
- Химические технологии, науки о материалах, металлургия

Молодежный вестник ИрГТУ

Сетевое издание

Том 14 № 3 2023

Содержание

МАШИНОСТРОЕНИЕ

- Бойко Д.В., Замыслов Д.А., Становых В.В., Тимошенко Ю.С.** Выполнение учебного стенда «Ремонт центробежного насоса» 391
- Осипов А.Г., Эшматов Д.С.** Эволюционное развитие малогабаритных летательных аппаратов 398
- Емцов В.А., Рузикулов Э.Ф., Зайков В.Д., Николаев С.К., Стрельников А.Н., Кокоуров Д.В.** Изучение свойств фильтрующих материалов, применяемых в масляных фильтрах 405

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

- Малиновцев И.А., Михейко Ю.А., Вовиков Д.Е., Бахвалова З.А.** Проблемы при формировании рабочей группы в рамках проектного обучения в ИрНИТУ для разработки программного обеспечения 410

ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- Иванов Н.А., Пузина Е.Ю.** Перспективные направления развития электроэнергетики России 415
- Филиппова Н.В., Коваль Т.В.** Разработка программного комплекса для выполнения теплового расчета котельных агрегатов 425

ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

- Буторина А.С., Минкевич Д.С., Яценко С.А.** Совершенствование методики обработки базы экспериментальных данных полученных на городской автобусной маршрутной сети 430

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

- Богомазова В.А.** Актуальность малоэтажной многоквартирной застройки на рельефе в Иркутской области 437
- Будаговская А.Ю.** Безопасная организация торговых площадок на объектах рекреации 443
- Добрыневский Н.А., Царёва О.С.** Построение BIM модели линейных объектов по результатам съемки малых БПЛА 450
- Зеньков Е.В., Зотов В.А., Гао Хайбо, Сюй Кай** Управление информационной моделью объекта капитального строительства на стадии проектирования 456

Раров С.В., Баргаева А.И., Иванова К.Г. Строительство ГЭС как градообразующий фактор на примере городов Братск, Усть-Илимск 466

Храмовских М.А., Яценко В.П. Обзор состояния вопроса проектирования зданий, устойчивых к прогрессирующему обрушению 472

ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ

Тимофеева А.С., Горощенкова О.А. Крещение Руси. Как это было? 478

ФИЛОЛОГИЯ

Апончук И.И., Гегель А.И. О цвете и не только 484

Галич И.А., Савватеева И.А. Особенности образования, употребления и распространения неологизмов в компьютерной игровой сфере в английском языке (на примере сленга игры Fortnite) 489

ЭКОНОМИКА

Беляева Е.А., Литвинова О.В. Анализ развития индивидуального жилищного строительства в Иркутской области 494

ПЕДАГОГИКА

Амбарцумян Р.А., Зеликова А.А. Влияние дистанционного обучения на физическую подготовку студентов технического университета 500

Власенко В.В., Пономарев А.И. Лечебная физическая культура при заболевании коленного сустава 505

Лиховид Л.Д., Яковлева А.А. Организация самостоятельной работы магистрантов как элемент инновационной педагогики 510

Малыхин А.В., Бекбергенова А.А. Основы методики регуляции эмоционального состояния человека (студента): аутотренинг, медитации, релаксация 515

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ, НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ, МЕТАЛЛУРГИЯ

Козлов С.И., Немчинова Н.В. Современный электролизер для получения алюминия электролитическим способом 520

Колмаков А.Е., Бухарина А.В. Динамика реальной доходности производства золота для российских предприятий 528

Выполнение учебного стенда «Ремонт центробежного насоса»

© Д.В. Бойко, Д.А. Замыслов, В.В. Становых, Ю.С. Тимошенко

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Для изучения профессиональных модулей ПМ.02 Техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования, ПМ.03 Организация ремонтных, монтажных и наладочных работ по промышленному оборудованию, ПМ.04 Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих по специальности 15.02.12 «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)» в качестве средств обучения необходимы наглядные учебные стенды, которые имеют высокую стоимость на современном рынке. Выполненный стенд «Ремонт центробежного насоса» позволяет сэкономить денежные средства и может быть применен в учебном процессе при проведении учебных практик, лабораторных и практических работ, при проведении профориентационных мероприятий для школьников, в конкурсах профессионального мастерства для изучения конструктивных особенностей центробежных насосов, выполнения ремонтных работ и сборочных работ технологического оборудования, а также для изучения ремонтной документации. К ремонтной документации капитального ремонта консольного насоса К8/18 относятся график планово-предупредительных ремонтов (график ППР), ремонтный журнал, ведомость дефектов, акт на сдачу в капитальный ремонт, акт на выдачу из капитального ремонта, наряд-допуск на производство работ повышенной опасности, журнал учета технического обслуживания и ремонта, план-график выполнения работ.

Ключевые слова: стенд, профессиональный модуль, ремонт, практические работы, насос

Training stand: "Centrifugal Pump Repair"

© Danil V. Boyko, Danil A. Zamyslov, Viktor V. Stanovykh, Yulia S. Timoshenko

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. There is a need for visual training stands to study the professional modules PM.02 "Maintenance and Industrial Equipment Repair", PM.03 "Organization of Repair, Installation and Adjustment Work on Industrial Equipment", PM.04 "Work Performance in Workers' Professions, Employees' Positions in the Specialty 15.02.12 "Installation, Maintenance and Industrial Equipment Repair (by industry)", which have a high cost in today's market. The completed stand "Centrifugal Pump Repair" allows saving money and can be used in the educational process during educational practices, laboratory and practical work, during career guidance events for schoolchildren, in professional skill competitions to study the design features of centrifugal pumps, perform repair work and assembly work of technological equipment, as well as to study repair documentation. The repair documentation for the overhaul of the K8/18 cantilever pump includes a schedule of scheduled preventive repairs (PPR schedule), a repair log, a list of defects, an act for delivery for major repairs, an act for issuance from a major overhaul, a work permit for high-risk work, a maintenance and re-pair log, and a work schedule.

Keywords: stand, professional module, repair, practical work, pump

Введение

Основными элементами учебного процесса профессиональных дисциплин по специальности «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)» являются теоретические и практические курсы, которые включают в себя лекции и практические работы, а также учебную практику, в основу которой включено выполнение различных прикладных работ. Для их выполнения, в качестве средств обучения, можно использовать стенды, которые предлагает современный

рынок оборудования для учебных заведений. Однако высокая стоимость вышеуказанного оборудования делает актуальной задачу разработки собственно изготовленных стендов для будущих техников-механиков.

Цель практической работы – спроектировать и изготовить учебный стенд «Ремонт центробежного насоса» для практических работ по специальности «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)». Задачи, которые необходимо решить для достижения

поставленной цели:

- изучение видов и конструктивных особенностей центробежных насосов;
- проведение литературного обзора по ремонту центробежных насосов;
- разработка рационального построения технологического процесса изготовления стенда;
- выполнение разборки, сборки и ремонтных работ консольного насоса К8/18;
- подготовка и изучение ремонтной документации;
- оформление ремонтной документации на стенд;
- презентационное оформление готового стенда.

Теоретические сведения

Изобретение насоса относится к глубокой древности. Первый насос для тушения пожаров, который изобрел древнегреческий механик Ктесибий, был описан в I в. до н. э. древнегреческим ученым Героном из Александрии в сочинении «Pneumatica», а затем М. Витрувием в труде «De Architectura». Простейшие деревянные насосы с проходным поршнем для подъема воды из колодцев, вероятно, применялись еще раньше. До начала XVIII в. поршневые насосы по сравнению с водоподъемными машинами использовались редко. В дальнейшем в связи с ростом потребностей в воде и необходимостью увеличения высоты ее подачи, особенно после появления паровой машины, насосы постепенно стали вытеснять водоподъемные машины [1].

Основное оборудование, которое применяется для качественного и бесперебойного обеспечения населения водой – это центробежные насосы различной конструкции. От их работы зависят такие аспекты городской жизни людей, как подача тепла и воды, а также работа канализации – т.е. все, что обеспечивает нормальное существование человека [2].

По типу исполнения бытовые насосы можно разделить на центробежные, напорные, циркулярные и вибрационные. В центробежных насосах напор создается с помощью центробежной силы, которая возникает при воздействии лопастей рабочего колеса на жидкость, чаще всего воду [3].

Центробежный насос – это насос, в котором движение жидкости и напор создаются за счет центробежной силы. Осевые силы в центробежном насосе являются результатом разности давлений, действующих на передний и задний диски рабочего колеса. В большинстве случаев эта сила направлена в сторону всаса насоса. Есть случаи,

когда в результате применения в процессах с высоким давлением на всасе осевое усилие направлено от всасывающей стороны насоса [4].

Консольный насос является популярным видом центробежных насосов, используемых в системах полива и ирригации, в водоснабжении и коммунальных хозяйствах [5].

К плюсам таких насосов можно отнести:

- высокий КПД;
- равномерный напор на выходе;
- возможность регулировки потока;
- высокая эффективность при работе на глубине;
- минимальные затраты энергии на работу [6].

Насосы входят в различные технические системы, в том числе, в системы жизнеобеспечения зданий и сооружений [7].

Широкая распространенность насосов объясняется их хорошей адаптацией в технологических процессах с меняющимися со временем потребными напорами в трубопроводах [8].

Герметичность насоса является особенно важным аспектом. Вот почему так важно правильно выбрать уплотнение в насосе. Обычно в таких насосах используют двойные жидкостные уплотнения или одинарные уплотнения с промывкой перекачиваемой жидкостью или внешней промывкой. Это сводит к минимуму риск утечки [9].

Для насосного оборудования характерны отказ и остановка, вызванные аварийным выходом из строя насоса в целом. Такая остановка вызвана не только повреждением детали, приведшей к отказу, но сопровождается рядом других поломок, к которым привела несвоевременная остановка насоса. Такие остановки приводят к повышенному объему ремонтных работ, сокращению общего срока службы машины, повреждению базовых поверхностей, восстановлению которых в условиях эксплуатации не представляется возможным [10].

В ходе выполнения практической работы произвели капитальный ремонт консольного насоса К8/18. Насос предназначен для перекачивания технических вод ($pH=6-9$) температурой до $90\text{ }^{\circ}\text{C}$, производительность – $8\text{ м}^3/\text{час}$, напор насоса – 18 м , привод электрический – $1,2\text{ кВт}$, масса консольного насоса К8/18 – 31 кг .

Насос типа К8/18 (рис.1) является горизонтальным, центробежным, консольным.

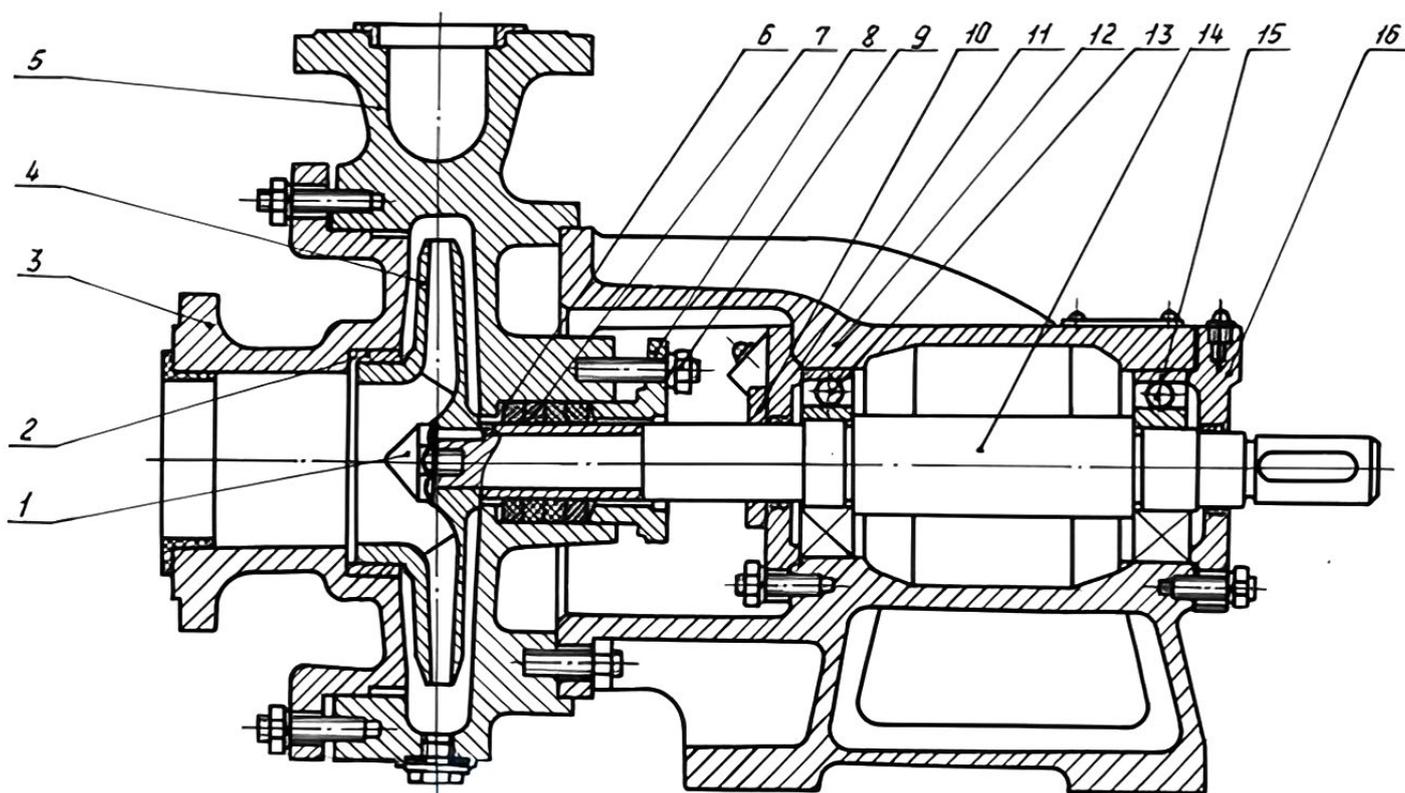


Рис.1. Консольный насос К8/18

1 – обтекатель, 2 – уплотнительная прокладка, 3 – крышка консольного насоса К8/18, 4 – рабочее колесо насоса К8/18, 5 – корпус консольного насоса К8/18, 6 – кольцо сальника, 7 – набивка, 8 – крышка сальника, 9 – гайка, 10 – отбойное кольцо, 11, 16 – крышки подшипников, 12 – кронштейн, 13 – подшипник, 14, 15 – подшипники.

Данный насос имеет сальниковое уплотнение. Корпус консольного насоса К8/18 выполнен из чугуна.

Практическая часть

Практическая часть работы состояла из нескольких этапов:

1. разборка консольного насоса К8/18;
2. дефектация деталей консольного насоса К8/18;
3. выполнение капитального ремонта насоса К8/18;
4. сборка консольного насоса К8/18;
5. испытание консольного насоса К8/18;
6. оформление стенда с ремонтной документацией.

Разборка консольного насоса К8/18.

При разборке консольного насоса К8/18 следует следить за состоянием уплотнительных и посадочных поверхностей, необходимо оберегать их от мелких повреждений. Для замены вышедших из строя деталей необходимо разобрать в следующей последовательности данный насос:

1. отсоединить от насоса К8/18 подводящий и

- отводящий трубопроводы;
2. снять защитный кожух муфты;
3. разъединить муфту, вынув резиновые пальцы;
4. снять кожух и полумуфту;
5. отжимными винтами снять крышку с корпуса;
6. отвернуть обтекатель, крепящий рабочее колесо к валу;
7. ослабить затяжку сальника, отвернув гайки;
8. снять корпус с кронштейна и удалить набивку;
9. снять рабочее колесо с вала;
10. снять крышку;
11. вынуть вал с подшипниками из кронштейна;
12. снять крышку;
13. выпрессовать подшипники с вала.

Ремонт рабочего колеса консольного насоса К8/18

Износ колес данного насоса может быть обусловлен большим осевым сдвигом ротора, отсутствием необходимого зазора между колесом и корпусом. Сильно изношенные колеса заменяют новыми, но у нас на колесе был незначительный дефект, его мы устранили наплавкой с последующей обработкой детали на

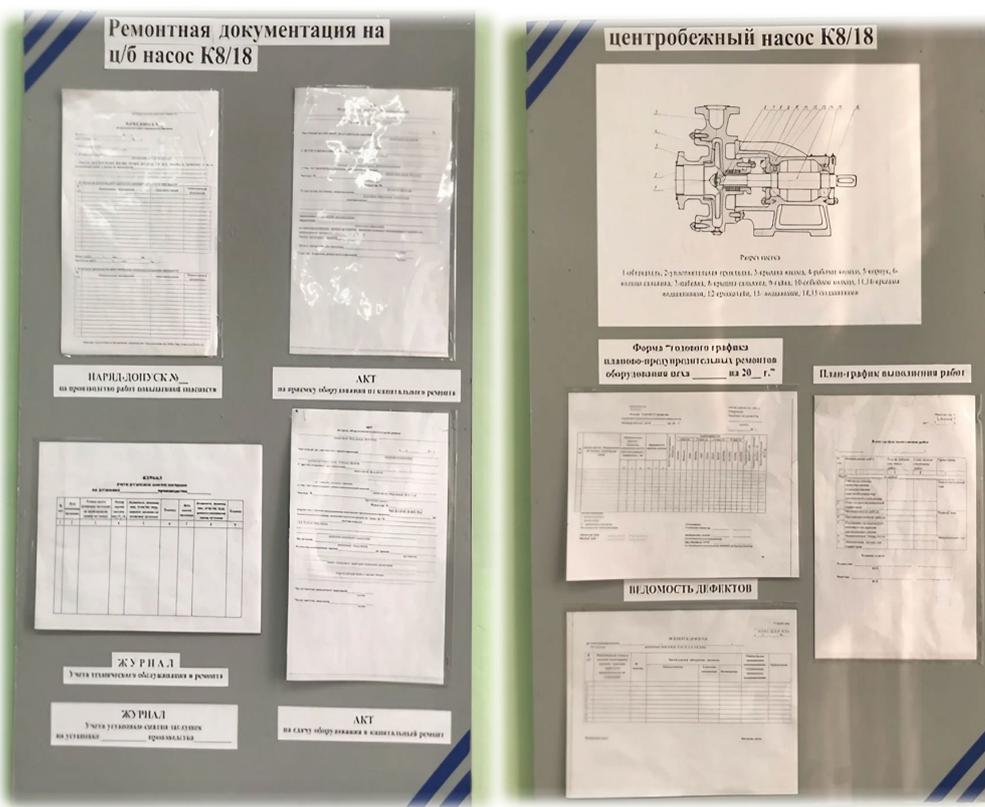


Рис. 2. Стенд с ремонтной и технической документацией на консольный насос К8/18

токарном станке в токарной мастерской. После ремонта рабочее колесо консольного насоса проверили на статическую балансировку, для чего его насаживали на специально изготовленную оправку.

Ремонт вала консольного насоса К8/18

Погнутость вала данного насоса обнаружили по его биению. При работе такого вала в первую очередь разрушаются сопряженные с ним детали, в данном случае подшипники. Подшипники заменили. Перед ремонтом вал проверили на биение в центрах. Погнутый вал насоса К8/18 выправили механически в холодном состоянии, т. к. этот способ самый простой и позволяет нам добиться достаточной точности. Правку произвели с помощью прессы.

Ремонт муфты насоса К8/18

Причина дефекта данного консольного насоса К8/18 – выработались отверстия под пальцы. Кулачки муфт мы ремонтировали электронаплавкой с дальнейшим строганием и ручной опиловкой, а изношенные пальцы и резиновые втулки заменили новыми.

При разборке, сборке и капитальном ремонте консольного насоса К8/18 использовали съемник

для снятия полумуфты, торцевой специальный ключ для снятия рабочего колеса, а также накидные торцевые ключи и втулочно-пальцевые выколотки для снятия подшипников качения. Разборки и сборку насоса К8/18 проводили на верстаке. Для более удобной установки на верстак использовали ручную таль, которая находилась в мастерской слесаря-ремонтника. Масса насоса (31 кг) позволяет перемещать оборудование вручную. Сборка консольного насоса К8/18 проводится в обратной последовательности:

1. устанавливаем подшипники на вал;
2. устанавливаем вал с подшипниками в корпус консольного насоса К8/18;
3. устанавливаем крышки подшипников;
4. устанавливаем рабочее колесо насоса К8/18;
5. устанавливаем улитку;
6. устанавливаем всасывающий патрубок;
7. проводим набивку сальникового уплотнения насоса;
8. далее проводим центровку консольного насоса К8/18, а также обкатку на холостом ходу 2 часа.

Далее оформили наглядный стенд по ремонтной документации данного насоса К8/18 (рис.2) со



Рис. 3. Готовый стенд для проведения практических работ

следующими документами: годовой график планово-предупредительного ремонта, ведомость дефектов, план-график выполненных работ, акт на сдачу в капитальный ремонт, акт на выдачу из капитального ремонта, наряд-допуск и др.

Ремонтная документация включает в себя все основные документы, которые необходимы для работы слесаря-ремонтника. На основании этих документов слесарь-ремонтник планирует организацию капитально ремонта оборудования и весь процесс ремонта в целом.

Заключение

Данный стенд (рис. 3), который включает в себя отремонтированный консольный насос К8/18, ремонтную документацию и прибор для центровки валов может быть применен для проведения практических работ «Ремонт центробежного насоса» для специальности «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)», а также при проведении учебных практик в мастерской. Стенд с ремонтной документацией позволит наглядно изучить документы необходимые при выполнении ремонтных работ консольного насоса.

Список источников

1. Игошина Д.А., Игошин Д.Н., Смирнов Н.А. Анализ существующих насосных установок для подачи жидкости // Вестник НГИЭИ. 2014. № 6(37). С. 59–65. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-suschestvuyuschih-nasosnyh-ustanovok-dlya-podachi-zhidkosti> (05.06.2023).
2. Любимова А.С. Исследование работы центробежных насосов сферы ЖКХ и способов их восстановления с применением полимерных композиционных материалов // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2012. № 1, Т. 8. С. 53–58. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-raboty-tsentrobezhnyh-nasosov-sfery-zhkh-i-sposobov-ih-vosstanovleniya-s-primeneniem-polimernyh-kompozitsionnyh> (06.06.2023).
3. Попов А.Г. Виды насосов для водоснабжения // Наука и образование сегодня. 2020. № 7(54). С. 31–32. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vidy-nasosov-dlya-vodosnabzheniya> (10.06.2023).
4. Стюфляев С.С., Шипулин О.Г. Сравнительный анализ многоступенчатого насоса типа ЦНС с оппозитным расположением колес и с гидроятой // Молодой ученый. 2017. № 3(137). С. 165–171. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/137/38437/> (15.06.2023).
5. Федорова Л.В., Нго Ван Туен, Нгуен Тат Киен, Иванова Ю.С. Повышение износостойкости втулок защитных консольных насосов электромеханической поверхностной закалкой // Агроинженерия. 2022. Т. 24. № 1. С. 55–59. [Электронный ресурс].

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-iznosostoykosti-vtulok-zaschitnyh-konsolnyh-nasosov-elektromehanicheskoy-poverhnostnoy-zakalkoy/viewer> (01.06.2023).

6. Мешков В.В., Свирина С.А. Сравнительная характеристика нефтегазовых технологических насосов // Молодой ученый. 2020. № 7(297). С. 37–38. [Электронный ресурс] URL: <https://moluch.ru/archive/297/67317/> (02.06.2023).

7. Боровский Б.И. Рациональные области применения центробежных насосов с конфузорными колесами // Строительство и техногенная безопасность. 2017. № 9(61). С. 119–123. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ratsionalnye-oblasti-primeneniya-tsentrobeznyh-nasosov-s-konfuzornymi-kolyosami/viewer> (04.06.2023).

8. Ахметзянов Л.М., Гарипов И.Н. Увеличение межремонтного периода динамических насосов для перекачки нефтепродуктов // Экспозиция Нефть Газ. 2018. № 7(67). С. 56–58. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uvvelichenie-mezhremontnogo-perioda-dinamicheskikh-nasosov-dlya-perekachki-nefteproduktov> (04.06.2023).

9. Шишкина А.А. Особенности использования насосов для перекачки жидкого топлива // Известия ТулГУ. Технические науки. 2020. № 3. С. 268–270. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-ispolzovaniya-nasosov-dlya-perekachki-zhidkogo-topliva/viewer> (05.06.2023).

10. Бараутдинов И.З., Кувшинов Н.Е. Преобразование энергии и тепловые насосы // Инновационная наука. 2016. № 3. С. 37–39. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/preobrazovanie-energii-i-teplovye-nasosy/viewer> (13.06.2023).

Информация об авторах / Information about the Authors

Бойко Данил Владимирович,

студент,
Филиал ФГБОУ ВО «ИРНИТУ» в г. Усолье-Сибирском,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
665462, г. Усолье-Сибирское, ул. Менделеева, 65,
Российская Федерация
daniiboiko34@gmail.com

Danil V. Boyko,

Student,
Branch of the University in Usolye-Sibirskoye,
Irkutsk National Research Technical University,
65 Mendeleev Str., Usolye-Sibirskoye 665462
Russian Federation
daniiboiko34@gmail.com

Замыслов Данил Андреевич,

студент,
Филиал ФГБОУ ВО «ИРНИТУ» в г. Усолье-Сибирском,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
665462, г. Усолье-Сибирское, ул. Менделеева, 65,
Российская Федерация
daniiboiko34@gmail.com

Danil A. Zamyslov,

Student,
Branch of the University in Usolye-Sibirskoye,
Irkutsk National Research Technical University,
65 Mendeleev Str., Usolye-Sibirskoye 665462
Russian Federation
daniiboiko34@gmail.com

Становых Виктор Викторович,

преподаватель,
Филиал ФГБОУ ВО «ИРНИТУ» в г. Усолье-Сибирском,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
665462, г. Усолье-Сибирское, ул. Менделеева, 65,
Российская Федерация
stanovyh2012@bk.ru

Viktor V. Stanovykh,

Teacher,
Branch of the University in Usolye-Sibirskoye,
Irkutsk National Research Technical University,
65 Mendeleev Str., Usolye-Sibirskoye 665462
Russian Federation
stanovyh2012@bk.ru

Тимошенко Юлия Сергеевна,

к.т.н., преподаватель,
Филиал ФГБОУ ВО «ИРНИТУ» в г. Усолье-Сибирском,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
665462, г. Усолье-Сибирское, ул. Менделеева, 65,
Российская Федерация
usyryh@mail.ru

Yulia S. Timoshenko,

Cand. Sci.(Technics), Teacher,
Branch of the University in Usolye-Sibirskoye,
Irkutsk National Research Technical University,
65 Mendeleev Str., Usolye-Sibirskoye 665462
Russian Federation
usyryh@mail.ru

Эволюционное развитие малогабаритных летательных аппаратов

© А.Г. Осипов, Д.С. Эшматов

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Целью представленной работы является научное обоснование основных классификационных признаков автожиров. В статье отмечается повышенный интерес к разработке и использованию во всех сферах деятельности современного человека малогабаритных летательных аппаратов тяжелее воздуха. Приводится историческая справка создания различных винтокрылов и автожиров на базе первых устройств с подвижными крыльями, а также на основе планирующих летательных аппаратов с неподвижными крыльями. Рассмотрены технические характеристики современных летательных аппаратов, у которых несущий винт вращается от набегающего потока воздуха, а поступательное движение создается тянущим или толкающим винтом при помощи авиационного двигателя. Для написания статьи был исследован и проанализирован литературный материал. В заключении статьи представлены основные классификационные признаки автожиров и обоснована целесообразность разработки и широкого использования автожиров. В заключение отмечено, что в перспективе на ближайшее будущее автожиры станут многоместными (более шести пассажиров), электрическими и беспилотными. Свою нишу займут и машины двойного назначения: транспортно-эвакуационные, аппараты медицины катастроф, машины для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и др.

Ключевые слова: малогабаритные летательные аппараты, устройства с подвижными крыльями, планирующие летательные аппараты, винтокрылы, автожиры, несущий винт, тянущий винт, толкающий винт

Evolutionary development of small-sized aircraft

© Artur G. Osipov, Doniyor S. Eshmatov

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The purpose of the presented article is the scientific substantiation of the main classification features of gyroplanes. There is an increased interest in the development and use of small-sized heavier-than-air aircraft in all areas of modern man's activity. The article provides historical background on the creation of various rotorcraft and gyroplanes based on the first devices with movable wings, as well as on the basis of gliding aircraft with fixed wings. The article examines the technical characteristics of modern aircraft, in which the main rotor rotates from the incoming air flow, and the forward motion is created by a pulling or pushing propeller using an aircraft engine. The article examines and analyzes literary material. The article presents the main classification characteristics of gyroplanes and substantiates the feasibility of the development and widespread use of gyroplanes. The article concludes that in the near future, gyroplanes will become multi-seat (more than six passengers), electric and unmanned. Dual-use vehicles will also occupy their niche: transport and evacuation vehicles, disaster medicine devices, vehicles for eliminating the consequences of emergency situations, etc.

Keywords: small-sized aircraft, devices with movable wings, planning aircraft, rotorcraft, gyroplanes, lifting rotor, tractor propeller, pusher airscrew.

Смелые попытки человечества подняться в воздух были задокументированы уже в середине XIV столетия. Особого внимания заслуживают устройства с подвижными крыльями, разработанные всемирно известным итальянским инженером, ученым, архитектором, скульптором и живописцем Леонардо да Винчи [1]. Он предполагал, что с помощью больших искусственных крыльев, приводимых в движение только силой мышц, человек может подняться в воздух. При разработке устройств с подвижными крыльями ученый принимал во внимание анатомические особенности птичьего крыла и функциональное предназначение его отдельных

частей (рис. 1).

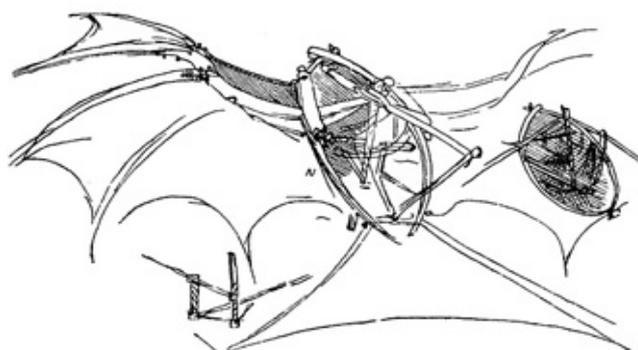


Рис. 1. Эскизные чертежи устройства с подвижными крыльями

Кроме вышеотмеченных устройств с подвижными крыльями, Леонардо да Винчи в 1480 г. выполнил чертежи и сделал описание большой летательной машины с двумя парами машущих крыльев, а также разработал в 1487 г. орнитоптер-лодку с рычажным приводом крыльев и горизонтального руля, выполненного в виде птичьего хвоста.

Глубокие исследования на рубеже XV–XVI вв. механизма полета птиц позволили ученому прийти к заключению, что основная тяга в полете птицы создается концевыми частями ее крыла. В результате этих исследований в конце XV в. Леонардо да Винчи разработал принципиально новое устройство орнитоптера с крылом, состоящим из двух шарнирно соединенных частей (рис. 2). Он сделал так, что взмахи крыльев осуществлялись их концевыми частями, занимающими около половины общей площади крыла [1].



Рис. 2. Орнитоптер с крылом из двух шарнирно соединенных частей

Убедившись в сложности организации механического полета и ограниченных возможностях мышц человека, Леонардо да Винчи, проведя в 1503–1506 гг. в Тоскане соответствующие метеорологические и аэродинамические исследования, разработал планирующие летательные аппараты с неподвижными крыльями. Эти летательные аппараты он с большим успехом использовал в проводимых в те времена войнах между враждующими родами, наводя ужас и страх на врага.

Результаты научных исследований гениального ученого позволили утверждать, что законы аэродинамики аналогичны законам гидростатики т. е., наука о воде является зеркальным отражением науки о ветре, которую можно моделировать через движение

воды. Кроме того, успешные практические полеты планирующих летательных аппаратов с неподвижными крыльями предопределили возможность и целесообразность перехода летательных аппаратов на неподвижное крыло т. е., от орнитоптера к самолету.

Идея перехода на неподвижное крыло была реализована на практике в последнем десятилетии XIX в. немецким инженером Отто Лилиенталем. Он совершил свыше 2-х тыс. экспериментальных полетов на планерах собственной конструкции, дал объяснение причине парения птиц и трагически погиб во время выполнения одного из полетов [1].

Создателями первого в мире летательного аппарата считаются американцы братья Уилбер и Орвилл Райт [2], которые в XIX в. сконструировали и построили первый пригодный для полетов самолет (рис. 3), а также впервые (17 декабря 1903 г.) совершили управляемый полет продолжительностью 59 с на построенном ими аппарате с двигателем внутреннего сгорания. 22 мая 1906 года они получили патент США № 821393 на изобретение системы аэродинамического управления, осуществляемого с помощью поверхностей самолета. Стоит отметить, что они первыми смогли управлять полетом самолета. Их работы оказали непосредственное влияние на все последующие попытки создания самолета, винтокрыла, автожира, вертолета, а также на развитие мирового авиастроения в целом.

Фундаментальными трудами братьев Райт являются системы управления и обеспечения устойчивости по трем осям вращения самолета. Их разработки стали основой для конструирования и постройки самолетов [2]. Результаты



Рис. 3. Испытания самолета братьев Райт

экспериментов братьев Райт в аэродинамической трубе оказались очень ценными для создания эффективного крыла и пропеллеров, чем достижения других специалистов в области авиационного строительства.

Несмотря на трагическую судьбу Отто Лилиенталя, брата Райт, до осуществления первого полета с двигателем, провели испытания систем управления летательным аппаратом в планирующем полете. Гибель британского авиатора Перси Пилчера при крушении планера в 1899 году только укрепила их мнение, что надежный метод практического управления является необходимым условием обеспечения безопасности полета. Они полагали, что существующий метод управления и балансировки летательного аппарата путем перемещения веса тела летчика, известный по опытам Шанюта, Лилиенталя и Пилчера, является совершенно неудовлетворительным.

Таким образом, подход братьев Райт резко отличался от подхода ряда авиационных специалистов, таких как Клеман Адер, Хайрем Стивенс Максим и Сэмюэл Пирпонт Лэнгли, которые пытались незамедлительно осуществить пилотируемый полет на самолете с двигателем, не имея апробированных систем управления летательным аппаратом.

Неостанавливаясь на детальном рассмотрении

составляла 37 т. Несмотря на некоторые недоработки конструкции в ноябре 1961 года на Ка-22 экипажем Д.К. Ефремова был установлен официально зарегистрированный мировой рекорд скорости для винтокрылов – 356,3 км/ч, а также побит мировой рекорд грузоподъемности для винтокрылов, в частности груз в 16485 кг был поднят на высоту 2557 м.

Работы продолжались. Результатом работ в 1972 году в конструкторском бюро Миля стал винтоплан Ми-30, который, в отличие от винтокрыла Ка-22, имел схему летательного аппарата с парой поворотных винтов [3]. Этот аппарат был оборудован двумя двигателями Д-25ВК мощностью по 4008 кВт (5500 л. с.) каждый. Полетная масса летательного аппарата составляла 31000 кг, максимальная скорость полета достигала 370 км/ч, а практическая дальность полета равнялась 720 км.

Особое место в развитии авиационного строительства занимает малогабаритный летательный аппарат – автожир [4], который за рубежом называется: гирокopter, автогир, гироплан, вертоплан, жиролет.

В 1919-м году испанский инженер Хуан де ла Сиерва, сын министра обороны Испании, предложил оригинальную схему гирокoptера с многолопастными винтами, а также с двумя



Рис. 4. Советский винтокрыл Ка-22

эволюции мирового самолетостроения, развивающегося с XIX в. ускоренными темпами, отметим, что первый советский винтокрыл Ка-22 был разработан в опытно-конструкторском бюро Камова в 1960 году на базе фюзеляжа самолета Ли-2 [3] (рис. 4). Он обладал двумя несущими винтами и двумя турбовинтовыми двигателями конструкции П.А. Соловьева мощностью по 4300 кВт (5900 л. с.) каждый. Полетная масса летательного аппарата

винтами противоположного хода [4]. Однако устранить возникающую при работе аппарата вибрацию не удалось. Он же предложил в качестве названия нового типа летательного аппарата слово «автожир». Изобретатель погиб в 1936 г. на 41-м году жизни. Несмотря на это он завоевал признание мировой общественности и получил престижные награды за вклад в развитие авиации.

Основной конструктивной особенностью

автожира является наличие несущего винта, вращающегося от набегающего потока воздуха, и тянущего или толкающего винта, обеспечивающего поступательное движение летательного аппарата за счет авиационного двигателя. Поскольку автожир является предшественником вертолета, конструктивное совершенство последнего предопределяется достоинствами автожира. Одним из этих достоинств является безопасность полета автожира при отказе авиационного двигателя, обеспечивающего вращение тянущего или толкающего винта. Это гарантирует мягкую вертикальную посадку аппарата.

Характерными конструктивными признаками гирокоптера является расположение несущего винта над кабиной пилота с незначительным наклоном назад, а также жесткое крепление лопастей ротора к оси винта для оптимизации его аэродинамических свойств. Автожиры, гиропланы и другие модели автожиров отличаются между собой количеством посадочных мест. Обучение пилотов навыкам пилотирования осуществляется преимущественно на двухместных моделях автожиров. Реже автоклубы оснащаются одноместными моделями. Трехместные гиропланы находят применение в военном деле, например, стоят на вооружении армии Китая. В США разрабатывался проект шестиместного летательного аппарата, прошедший апробацию в НАСА. Однако после неудачных практических испытаний многоместные модели автожиров больше не разрабатывались.

Интенсивное развитие автожиростроения получило в 1930-е годы. В Советском Союзе первый автожир построили энтузиасты конструкторского бюро Дмитрия Григоровича, занимавшегося гидропланами [5]. Это были инженеры Николай Камов и Николай Скржинский (рис. 5), которые в начале 1928 года взялись за проектирование автожира, опираясь на информацию из авиационных журналов и популярных книг, поскольку всерьез этой тематикой в СССР тогда еще никто не занимался.

Неоценимую поддержку и существенную финансовую помощь в детальной разработке проекта опытного автожира оказал молодым авиаконструкторам Центральный совет Осоавиахима СССР в лице председателя ячейки Осоавиахима при заводе № 22 кавалера ордена Красного знамени Якова Лукандина [5]. Он сразу оценил перспективность проекта и добился не только его финансирования, но и поспособствовал выделению для проведения экспериментов самолета с мотором.

Новый этап строительства автожиров начался в конце 1950-х и начале 1960-х годов. В этот период Игорь Бенсен в США активно рекламировал малогабаритные летательные аппараты собственной конструкции, представляющие легкие одноместные простейшие автожиры. Они продавались в виде наборов для самостоятельной сборки. Кроме того, на рубеже 1960-х годов в США и Канаде были разработаны три модели двухместных автожиров с прыжковым взлетом,



Рис. 5. Советские авиаконструкторы Н. Камов, Д. Григорович и Н. Скржинский



а



б



с

Рис. 6. Лучшие автожиры: а) Тензор 600х (Германия), б) Carter Copter (США), с) Охотник-3 (Россия)

получившие сертификаты типа Umbaugh 18А: McCulloch J-2, Buhl A-1 Autogyro, Avian 2/180.

Из этих трех моделей первые две выпускались серийно. Несколько аппаратов этих моделей летают до сих пор. Avian 2/180 был построен в количестве нескольких экземпляров разной конфигурации, но серийно не выпускался. Единственный сохранившийся нелетающий аппарат этой модели сейчас находится в частном владении в Калифорнии, причем владелец изменил его название на Pegasus.

Внешний вид лучших моделей зарубежных и отечественных автожиров показан на рис. 6.

Технические характеристики распространенных автожиров представлены в таблице. На основании анализа технических характеристик существующих в настоящее время автожиров основными квалификационными признаками этих летательных аппаратов можно считать число посадочных мест и расположение маршевого винта, обеспечивающего поступательное движение аппарата.

Как видно из технических характеристик, большинство автожиров относится к одно- и двухместным аппаратам. Существуют и трехместные модели, в частности российский автожир «Охотник-3», выпускающийся научно-производственным центром Аэро-Астра-Автожир [6], и автожир А002, серийно выпускающийся иркутским авиационным производственным объединением «Иркут». При скорости ветра более 8 м/с возможен взлет этих автожиров с места, в штиль требуется разбег до 15 м.

По расположению маршевого винта автожиры делятся на 2 типа: с тянущим винтом (исторически первые аппараты) и с толкающим винтом (наиболее распространенные в настоящее время). Преимуществом схемы с тянущим винтом

является лучшее охлаждение двигателя за счет обдува винтом и большая безопасность при аварии с ударом носовой частью. Преимуществом схемы с толкающим винтом является лучший обзор из кабины, однако при аварии двигатель, расположенный за кабиной, может завалиться вперед и травмировать пилота. У обеих схем есть и другие присущие им преимущества и недостатки.

Следует отметить, что, начиная с 2003 года, выпуск этих малогабаритных летательных аппаратов быстро увеличивался и сейчас составляет более 300 машин в год. Это свидетельствует о перспективности развития автожиростроения и целесообразности расширения практического использования малогабаритных летательных аппаратов тяжелее воздуха [6].

Перспективным является создание шестиместных автожиров [7]. Например, немецкая компания «Fraundorfer Aeronautics» разработала шестиместный электрический автожир, который можно использовать в качестве аэротакси. Как пишет Flightglobal, в основу этого летательного аппарата легли наработки, полученные при проектировании двухместного автожира Tensor.

По оценке «Fraundorfer Aeronautics», использование автожиров в качестве аэротакси по сравнению с более традиционными вертолетами позволит решить несколько проблем, в числе которых экономия топлива, снижение стоимости обслуживания, а также уменьшение шумности полета.

Новые шестиместные летательные аппараты будут выполняться по классической схеме автожира с несущим винтом и толкающим маршевым винтом в хвостовой части. Кроме того, эти аппараты получают два небольших крыла в носовой и хвостовой частях, которые будут обеспечивать дополнительную подъемную силу, снижая нагрузку на несущий винт. При этом для

Таблица. Технические характеристики автожиров

Страна	Россия	Россия	Германия	США	США	Польша
Модель	А-002	Охотник-3	Тензор 600х	Air & Space 18А	CarterCopter	Taifun
Диаметр несущего винта, м	10.74	9,75		10,67	10,25	8,80
Диаметр маршевого винта, м	1.92	1,9				
Длина, м	6.26	3,75		6,04		5,10
Высота, м	3.23	3,25		2,82		2,90
Масса, кг пустого	420	550			907	320
Максимальная взлетная	1060	850		816	1724	560
Тип двигателя	1 ПД СТА-250	1 х ПД Subaru EZ-30	1 ПД Rotax 915S		1 ПД V6 NASCAR	1 ПД AAT 912 ULT (RST)
Мощность, л.с.	1 х 250	200	1 х 135		1 х 600	1 х 135
Максимальная скорость, км/ч	210	170		177		210
Крейсерская скорость, км/ч	140	135	213			160
Минимальная скорость, км/ч	35-40	30-50				
Дальность с максимальной нагрузкой, км	530	250-400		483	4023	780
Скороподъемность, м/мин	420	2-5				420
Практический потолок, м	2400	3600	600	3658	3048	4500
Экипаж, чел	1		2		1	2
Полезная нагрузка:	2 пассажира или 350 кг груза	3 пассажира или 300 кг груза			До 5 пассажиров	
Разбег при взлете		15-45 в штиль				

взлета аппарата потребуется полоса длиной всего 90 м, а для посадки – 30 м. Такой автожир сможет выполнять полеты на скорости до 115 узлов (213 км/ч) на расстояние до 593 км. Минимальная скорость для взлета автожира составит 22 узла.

Шестиместные автожиры планируется сделать полностью электрическими. Они будут оснащены электромотором, приводящим толкающий маршевый винт, а также аккумуляторной батареей и водородной топливной ячейкой. Как ожидается, сертификация аэротакси-автожира в соответствии с требованиями Европейского агентства по безопасности полетов будет завершена в 2024–2025 гг.

«Fraundorfer Aeronautics» не единственная компания, планирующая создать аэротакси-автожир. Разработкой такого летательного аппарата также занимаются американские компании «Mooney International» и «Carter Aviation

Technologies». Их проект – создание электрического автожира, у которого во время взлета и посадки несущий воздушный винт будет вращаться от электромотора. В горизонтальном полете винт будет отключаться от электромотора и переходить к свободному вращению от набегающего потока воздуха. В этом случае он будет выполнять роль самолетного крыла. Такое техническое решение позволит реализовать практически вертикальные взлет и посадку.

В заключение можно отметить, что в перспективе на ближайшее будущее автожиры станут многоместными (более шести пассажиров), электрическими и беспилотными. Свою нишу займут и машины двойного назначения: транспортно-эвакуационные, аппараты медицины катастроф, машины для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и др.

Список источников

1. Соболев Д.А. Идея полета в трудах Леонардо Да Винчи // Вопросы истории, естествознания и техники. 2005. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://vivovoco.astronet.ru/VV/JOURNAL/VIET/FLY/FLY.HTM> (27.07.2023)
2. Зенкевич М. А. Братья Райт. Жизнь замечательных людей. М.: Журнально-газетное объединение, 1933. С. 200. [Электронный ресурс]. URL: <https://litmir.club/bd/?b=177773&ysclid=lmwxml8jrm25354850> (27.07.2023)
3. Мясников В.О. Ка-22 показал, кто всех быстрее и сильнее // Независимое военное обозрение [Электронный ресурс]. URL: https://nvo.ng.ru/armament/2012-02-03/8_ka22.html (27.07.2023)
4. Братухин И.П. Автожиры. Теория и расчет. М.: Госмашметиздат, 1934. 110 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://twistairclub.narod.ru/bratgyro/contens.htm> (27.07.2023)
5. Трофимов Антон. Первый в Советском Союзе автожир построили энтузиасты.- [Электронный ресурс]. URL: <https://histrf.ru/read/articles/viertoliet-da-nie-tot-istoriia-sovietskikh-avtozhirov> (27.07.2023)
6. Жабров А. А. Автожир и вертолет. М.: ЦС ОСОАВИАХИМа СССР, 1939. [Электронный ресурс]. URL: <http://twistairclub.narod.ru/zabrov/oglav.htm> (27.07.2023)
8. Сычев В.А. Шестиместный автожир // N+1 [Электронный ресурс]. URL: <https://nplus1.ru/news/2019/08/13/gyrocopter> (27.07.2023)
9. Якубович Н.А. Вертолет-самолет. О винтокрыле Ка-22 // Крылья Родины. 1999. № 10. С. 4–7.
10. Ружицкий Е. И. Российские вертолеты: описание конструкции, технические характеристики, сведения о производстве и эксплуатации. М.: АСТ, 2005. 320 с.
11. Макаренко С. И. Противодействие беспилотным летательным аппаратам. Монография. СПб.: Научно-технические технологии, 2020. 204 с.

Информация об авторах / Information about the Authors

Осипов Артур Геннадьевич

к.т.н.,
доцент кафедры конструирования и стандартизация
в машиностроении,
Институт авиационного машиностроения и
транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
arthur.osipov@rambler.ru

Artur G. Osipov,

Cand. Sci.(Technics),
Associate Professor of Design and Standardization in
Mechanical Engineering Department,
Aircraft and Mechanical Engineering and Transport Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
arthur.osipov@rambler.ru

Эшматов Дониер Содик угли

студент,
Институт авиационного машиностроения и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
dreambiggtst2003@gmail.com

Doniyor S. Eshmatov,

Student,
Aircraft and Mechanical Engineering and Transport Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
dreambiggtst2003@gmail.com

Изучение свойств фильтрующих материалов, применяемых в масляных фильтрах

**© В.А. Емцов, Э.Ф. Рузикулов, В.Д. Зайков, С.К. Николаев,
А.Н. Стрельников, Д.В. Кокоуров**

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Масляный фильтр – неразборный корпус из металла, в месте крепления уплотняемый резинотехническим изделием, внутри которого устанавливается фильтрующий элемент. Время фильтрования грязного масла может быть разным для различных типов фильтрующих элементов. Определение времени фильтрования грязного масла на стенде является важной частью исследования фильтрующих элементов масляного фильтра. Это позволяет оценить эффективность работы фильтра и выбрать оптимальный тип элемента для конкретной системы смазки. В процессе работы были исследованы различные фильтры известных марок. Изучены их свойства, а именно – эффективность фильтрации путем замера сетки фильтровальной бумаги, а также сравнения площадей пятен, оставленных фильтрованными маслами на специальной бумаге. Построены такие графики, как зависимость пропускной способности сетки от марки фильтра, зависимость истечения масла через различные фильтры, зависимость качества фильтрации от марки фильтра. Анализируя полученные результаты выявлен фильтр, который способен наиболее эффективно отсеивать частицы, при сохранении высокой пропускной способности. В конечном итоге после изучения свойств различных образцов были определены наиболее пригодные к эксплуатации марки фильтров, а также марки показавшие усредненные характеристики пригодные к использованию в современном автомобильном транспорте.

Ключевые слова: масляные фильтры, пропускная способность, эффективность фильтрации, сетка фильтра, фильтровальная бумага

Study of Filter Materials Properties Used in Oil Filters

**© Valerii A. Emtsov, Elbek F. Ruzikulov, Vlaimir D. Zaikov, Sergey K. Nikolaev,
Alexander N. Strelnikov, Dmitry V. Kokourov**

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The oil filter is a non-separable metal housing, at the attachment point with a sealed rubber product, inside which a filter element is installed. Dirty oil filtration time may vary for different types of filter elements. Determination of the filtration time of dirty oil on the bench is an important part of the study of oil filter elements. This allows you to evaluate the efficiency of the filter and select the type of element for a particular lubrication system. The article deals with various filters of famous brands, namely, it examines their properties - filtration efficiency by measuring the filter paper mesh, as well as comparing the areas of stains left by filtered oils on special paper. The article presents graphs such as the dependence of mesh capacity on the filter brand, the dependence of oil flow through various filters, and the dependence of filtration quality on the filter brand. By analyzing the results obtained by the detected filter, it is possible to screen out particles most efficiently, while maintaining a high throughput. Ultimately, based on studying the properties of various samples, the article identifies the most suitable brands of filters, as well as brands that have shown average characteristics suitable for use in modern road transport.

Keywords: oil filters, throughput, filtration efficiency, filter mesh, filter paper

Масляный фильтр является одним из ключевых элементов двигателя автомобиля. Его главная задача заключается в очистке масла, которое циркулирует в двигателе, от посторонних частиц и загрязнений. Очищенное масло уменьшает износ двигателя

и увеличивает срок его службы.

Масляные фильтры изготавливаются из разных материалов, таких как фильтровальная бумага, синтетические материалы или металл. В зависимости от материала, используемого при производстве, масляные фильтры могут обеспечивать более эффективную фильтрацию, что повышает качество очищенного масла и продлевает срок его службы. Они также могут быть разных размеров и форм.

Время фильтрования грязного масла может быть разным для различных типов фильтрующих элементов. Некоторые масляные фильтры имеют форму картриджа, который необходимо заменять при каждой замене масла, а другие, например, могут быть повторно использованы после очистки.

При эксплуатации автомобиля, масляный фильтр загрязняется и перестает выполнять свою функцию. Периодическая замена масляного фильтра необходима для поддержания оптимальной работы двигателя.

Был произведен разбор фильтров различных марок для извлечения фильтровальной бумаги. Были взяты опытные образцы от каждого фильтрующего элемента, которые были закреплены на подложке. По центру заготовки было вырезано отверстие диаметром 25 мм, предназначенное для просвета фильтра источником света под микроскопом. Большое значение имеет правильное крепление образца, т. к. фильтровальная бумага имеет форму гармошки, при его извлечении из корпуса на нем остаются многочисленные изгибы. Для правильной фокусировки микроскопа на заготовку, опытный образец натягивается и крепится к подложке. Была измерена пропускная способность каждого фильтра путем замера размера сетки, видимой под микроскопом (рис. 1).

Были проведены следующие испытания на пропускную способность (рис. 2). Замер объемов пропущенного масла при нормальных условиях (атмосферное давление, комнатная температура (22–25 С°), масло стекает за счет силы тяжести) (рис.

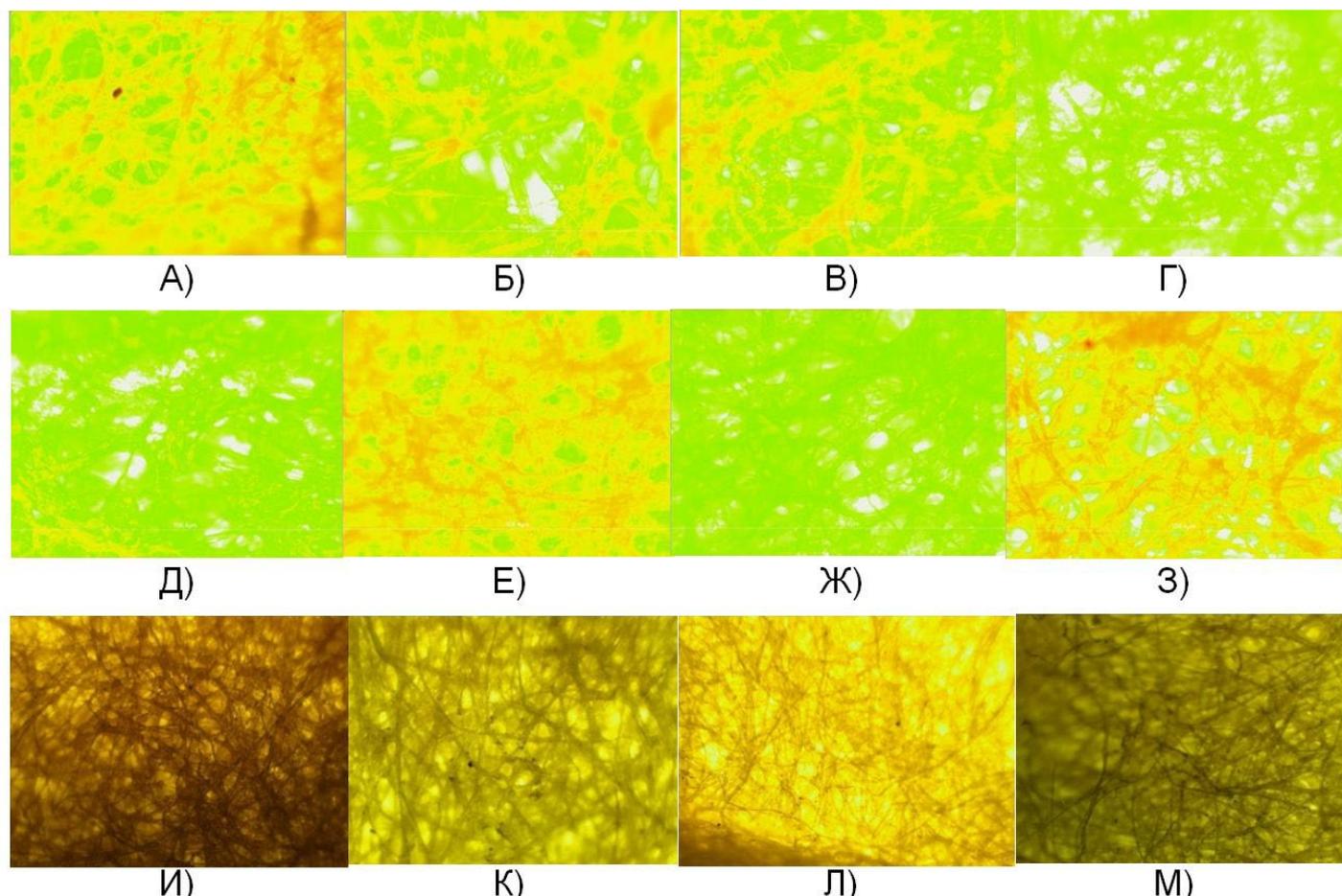


Рис. 1. Снимки под микроскопом; а) LYNX LC-1501, б) DOUBLE FORCE DFQ-01, в) BIG FILTER GB-1156, г) DONALDSON, д) SAKURA, е) LIVCAR INC-034W ж) SAT ST-90915-YZZE1, з) VIC C-110, и) AMD FL-719, к) HEARTH+BUSS J1316001, л) WINKOD WO-1037, м) MAHLE OC-602

3). Сравнение площади масла, оставленного после пропуска через фильтр, и площади пятна загрязнения.

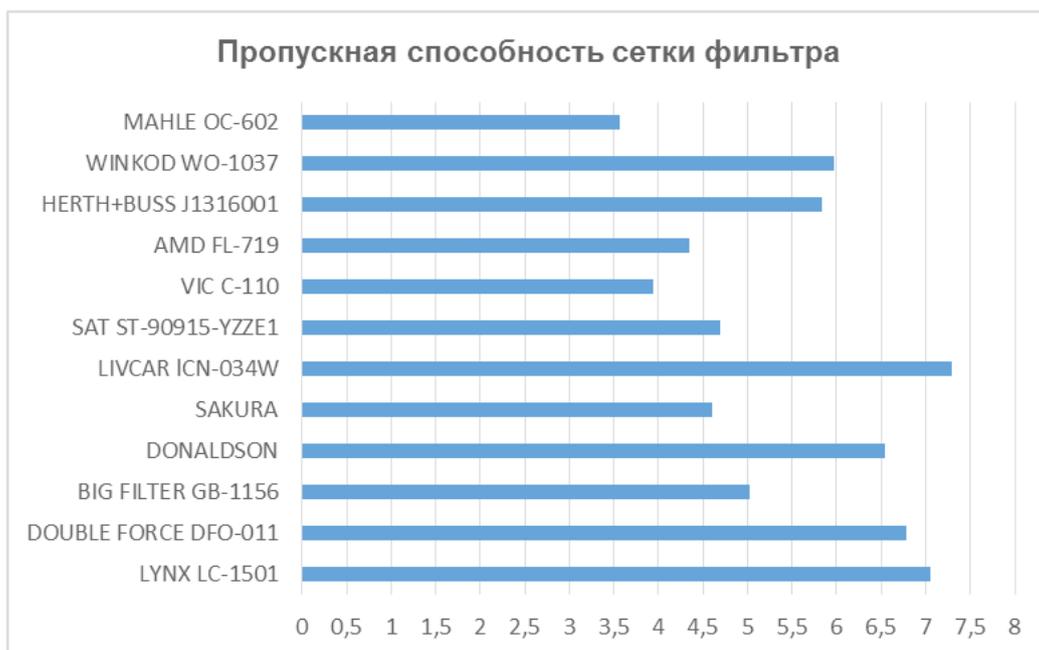


Рис. 2. Пропускная способность для частиц, мкм

В ходе исследований было выявлено что образцы VIC C-110, MAHLE OC-602, SAKURA имеют наименьшие расстояния между волокон для пропуска загрязняющих веществ.



Рис. 3. Стенд

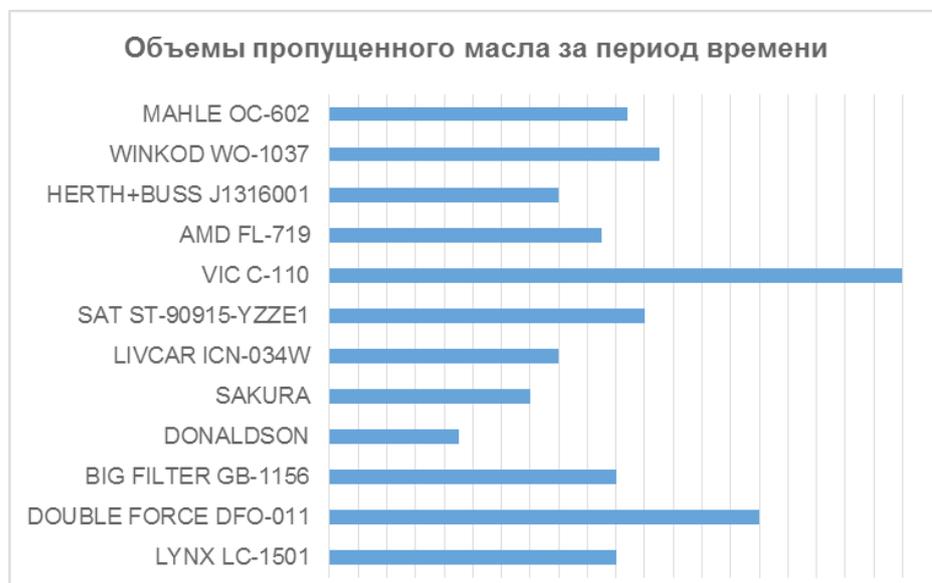


Рис. 4. Показатели истечения масла через различные фильтры, мл

В ходе исследований истечения масла было выявлено что образцы VIC C-110, DOUBLE FORCE DFO-011, WINKOD WO-1037 обладают наибольшей пропускной способностью для масла (рис. 4).

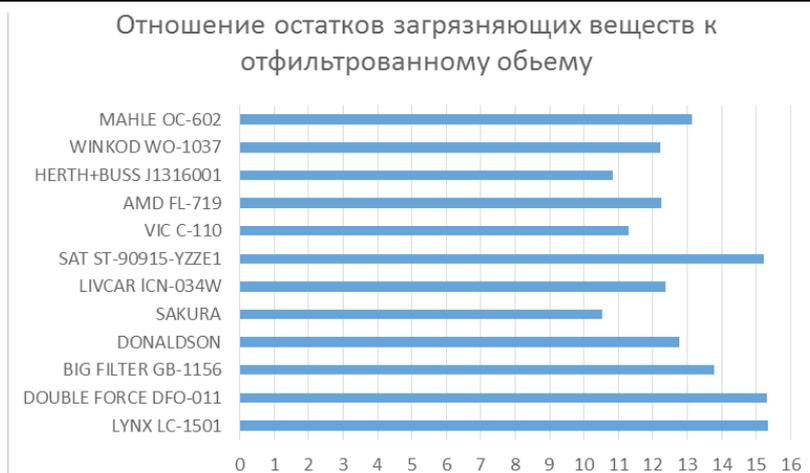


Рис. 5. Зависимость качества фильтрации от марки фильтра, %

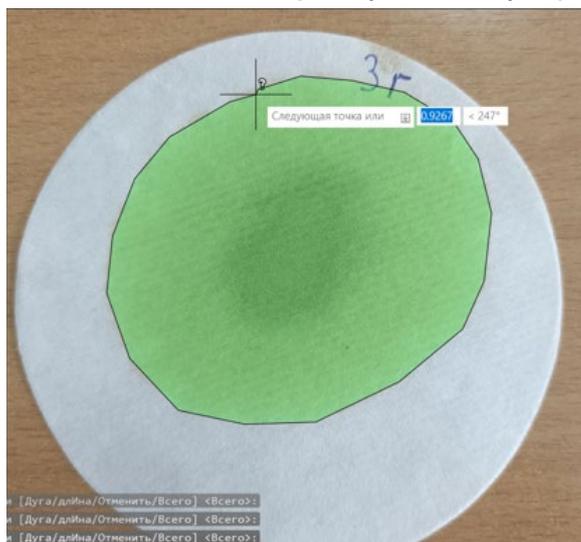


Рис. 6. Анализируем отношения площадей остатков грязи к общему масляному пятну

В ходе сравнение площадей пятен было выявлено что образцы SAKURA, HERTH+BUSS J1316001, VIC C-110 удерживают наибольшее количество загрязняющих веществ (рис. 5).

Задачей данных экспериментов было выявить наиболее удачную структуру фильтрующего элемента масляного фильтра. После рассмотрения образцов под микроскопом и анализа результатов испытаний, которым были подвержены образцы, прослеживалась корреляция однородности распределения пространств в сетке структуры образцов материала к степени очистки загрязненного масла и скорости пропуска этого масла (рис. 6). Было выявлено, что лучшие показатели фильтрации имели образцы с равномерно распределенными волокнами, расстояние между которыми не превышало 4 мкм. И хоть образцы со столь малыми промежутками незначительно отставали по скорости фильтрации от образцов с менее равномерным распределением волокон с промежутками, достигающих до 7 мкм, значительное превосходство их очистных качеств

перекрывало этот недостаток. Образцы, показавшие лучшие показатели по степени фильтрации и имеющие равномерную структуру фильтрующего материала: VIC C-110, DOUBLE FORCE DFO-011, SAKURA, LYNX LC-1501. Экземпляры, показавшие менее качественную степень фильтрации с незначительным преимуществом в скорости пропуска через себя масла: WINKOD WO-1037, BIG FILTER GB-1156, LIVCAR LCN-034W.

Важно отметить, что испытания в лабораторных условиях отличаются от эксплуатации на практике. В статике очистка масла проходила под атмосферным давлением. В дальнейшем планируются испытания в динамических условиях нагнетания масла масляным насосом.

Правильно подобранный и качественный масляный фильтр является ключевым элементом для поддержания здорового состояния двигателя автомобиля. При выборе фильтра необходимо учитывать его конструкцию и материалы изготовления для достижения наилучших результатов по удалению загрязнений из масла.

1. Лышко Г.П. Топливо и смазочные материалы. М.: Агропромиздат, 1985. 336 с.
2. Кузнецов А.В. Топливо и смазочные материалы. М.: КолосС, 2004. 199 с.
3. Стуканов В.А. Автомобильные эксплуатационные материалы. М.: Форум. 2014. 303 с.
4. Ананьев С.И. Эксплуатационные материалы для автомобилей и тракторов. Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. 376 с.
5. Анисимов И.Г., Бадыштова К.М., Бнатов С.А. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение. М.: Техинформ, 1999. 536 с.
6. Лышко Г.П. Топливо и смазочные материалы. М.: Агропромиздат, 1985. 336 с.
7. Раннев А.В., Полосин М.Д. Устройство и эксплуатация дорожно-строительных машин. М.: Академия, 2003. 483 с.
8. Милованов А.В. Топливо и смазочные материалы. Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-т, 2003. 80 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://studfile.net/preview/5663950/> (10.06.2023).
9. Манг Т. Смазки. Производство, применение, свойства / пер. с англ. пер. В.М. Школьников. СПб.: ЦОП «Профессия», 2010. 944 с. [Электронный ресурс]. URL: https://www.studmed.ru/mang-t-drezel-u-smazochnye-materialy-proizvodstvo-primeneniye-svoystva_e611af1e082.html?ysclid=llx2e8piyu15633167 (11.06.2023).
10. Шаповалов В.В., Эркенов А.Ч., Кохановский В.А. Триботехника. Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. 351 с.

Информация об авторах / Information about the Authors

Валерий Алексеевич Емцов,

студент,
Институт авиамашиностроения и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
valeriy.emtsov2@mail.ru

Владимир Дмитриевич Зайков,

студент,
Институт авиамашиностроения и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
vladimirzaykov2000@gmail.com

Николаев Сергей Константинович,

студент,
Институт авиамашиностроения и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
105sergey_nikolaev105@mail.ru

Элбек Фуркат угли Рузикулов,

студент,
Институт авиамашиностроения и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
elbek.roziqulov.furqat.ogli@gmail.com

Александр Николаевич Стрельников,

доцент кафедры строительных дорожных машин
и гидравлических систем,
Институт авиамашиностроения и транспорта
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
strelnikov077@rambler.ru

Дмитрий Владимирович Кокоуров,

заведующий кафедрой строительных дорожных машин
и гидравлических систем,
Институт авиамашиностроения и транспорта
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
Kokourovdv@istu.edu

Valerii A. Emtsov,

Student,
Aircraft and Mechanical Engineering and Transport Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
valeriy.emtsov2@mail.ru

Vladimir D. Zaikov,

Student,
Aircraft and Mechanical Engineering and Transport Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
vladimirzaykov2000@gmail.com

Sergey K. Nikolaev,

Student,
Aircraft and Mechanical Engineering and Transport Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
105sergey_nikolaev105@mail.ru

Elbek F. Ruzikulov,

Student,
Aircraft and Mechanical Engineering and Transport Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
85 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
elbek.roziqulov.furqat.ogli@gmail.com

Alexander N. Strelnikov,

Associate Professor,
Construction Road Machinery and Hydraulic Systems
Department,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russian Federation
strelnikov077@rambler.ru

Dmitry V. Kokourov,

Head of Department, Construction Road Machinery and
Hydraulic Systems Department,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St.,
Irkutsk 664074, Russian Federation
Kokourovdv@istu.edu

Проблемы при формировании рабочей группы в рамках проектного обучения в ИрНТУ для разработки программного обеспечения

© И.А. Малиновцев, Ю.А. Михейко, Д.Е. Вовиков, З.А. Бахвалова

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Цель исследования – оценка качества проектного обучения в рамках Иркутского Национального Исследовательского Технического Университета (ИрНТУ). Объектом исследования послужил процесс внедрения проектного обучения в учебный план ИрНТУ. Основные выводы получены эмпирическими методами с использованием социологических и психологических методик. В данной работе предложен способ распределения студентов на рабочие группы с учетом навыков и знаний, необходимых для реализации поставленной задачи; методы формирования деловых взаимоотношений, основанные на гибких методологиях видения проекта; раскрыты проблемы при выборе проекта со стороны студента и преподавателя-куратора. Было предложено изменить теоретическую структуру курса, заменив лекционную часть, посвященную командообразованию, на практические занятия для сплочения участников рабочего коллектива и формирования soft и hard skills компетенций на практике; учитывать не только сложность проекта, но и продуктовую направленность. При анализе были учтены существующие методики формирования команд. С точки зрения авторов, предложенные рекомендации помогут решить проблемы проектного обучения с наибольшей эффективностью, позволяя образовать рабочие группы до фактического начала разработки проекта, что сможет сэкономить много временных ресурсов и уменьшить нагрузку на куратора и руководителя проекта.

Ключевые слова: проектное обучение, гибкие методологии, soft skills, hard skills, командообразование

Problems in Forming a Working Group within the Framework of Project-Based Learning at INRTU for Software Development

© Ivan A. Malinotsev, Yulia A. Mikheiko, Daniil E. Vovikov, Zinaida A. Bakhvalova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The purpose of the study is to assess the quality of the project education at Irkutsk Nation Research Technical University. The object of the study is the process of implementing project education in the curriculum of INRTU. The main conclusions are obtained by empirical methods using sociological and psy-chological techniques. The article proposes a method for distributing students into working groups, taking into account the skills and knowledge necessary to implement the task and methods for forming business relationships based on flexible project vision methodologies, and also it reveals problems when choosing a project by the students and teachers. The authors propose to change the theoretical structure of the course, replacing the lecture part on team building with practical exercises to unite the members of the work team and form soft and hard skills in practice, and to take into account not only the complexity of the project, but also the product orientation. In the analysis, the authors took into account the existing methods of team for-mation. The proposed recommendations will help, from the authors' point of view, to solve the problems of the project education with the greatest efficiency enabling to establish working groups before the beginning of the actual project development, which can save a great amount of time resources and reduce workload of the curator and project manager.

Keywords: project education, agile methodologies, soft skills, hard skills, teambuilding

Введение

Современный мир претерпевает колоссальные изменения. Мировая экономика пережила за последнее время несколько глобальных кризисов, но никогда наш мир не менялся

так стремительно. Эти перемены в обществе влекут за собой изменения и в модели классического образования [1].

В связи с этим Министерство образования Российской Федерации осуществляет вне-

дрение новых подходов в обучении студентов; происходит модернизация процесса подготовки будущих специалистов и приведение его в соответствие с новыми историческими условиями, что требует последовательного и кардинального его изменения на всех уровнях. Важнейшей задачей реформирования образования является внедрение в практику обучения новых технологий, обеспечивающих интеллектуальное, творческое и нравственное развитие личности [2–3]. Одним из таких подходов является интеграция проектной деятельности в процесс обучения студентов.

Материал и методы исследования

В качестве материала исследования в статье используется организация проектного обучения ИрННТУ. Исследование проводилось с использованием эмпирических, психологических и социологических методов.

Что такое проектное обучение?

Проектное обучение – это форма организации учебного процесса через реализацию проектов, направленная на формирование у студентов самостоятельности, инициативности и приобретения навыков работы в команде [4].

В 2021 году в ИрННТУ был введен курс «Основы проектной деятельности» (ОПД), который призван помочь студентам вуза развить в себе компетенции предпринимательства и проектного управления. Предмет ОПД дает возможность каждому студенту, независимо от его активности и знаний, испытать свои силы в реализации реального задания, а не учебно-го. Данный предмет дает понимание того, что конкурентоспособный специалист должен обладать не только профессиональными навыками, но и иметь социальные коммуникативные компетенции. Эти различия определяются терминами *Hard skills* и *Soft skills* [5].

Предмет ОПД включает лекционный курс, разбитый на две части и практическое применение знаний. Первая часть: планирование и реализация проекта с учетом последовательности этапов его жизненного цикла, требований к результату и к ходу реализации проекта, а также имеющихся ресурсов и ограничений. Эта деятельность направлена на развитие у студентов компетенций *hard skills*. Вторая часть: развивает личностные качества и навыки работы в команде в соответствии с требованиями к ролевой позиции. Эта деятельность направлена на развитие у

студентов компетенций *soft skills*.

Внедрение проектного обучения в образование сталкивается с рядом нежелательных проблем, которые ставят под угрозу превращение хороших и давно назревших начинаний в формальные работы, которые с трудом можно назвать проектами [6].

Для того чтобы понять проблемы проведения проектной работы, разберем основные моменты, которые необходимо учитывать при ее подготовке и проведении.

Начинать проектную деятельность необходимо с выбора темы проекта и создания кол-лектива, что подразумевает объединение студентов в рабочую группу. Планируя проект, необходимо знать цель разрабатываемого программного обеспечения и характерные особенности выбранного типа. После выбора проекта и формирования команды начинается выполнение поставленной задачи.

Выбор проекта

По окончании лекционного курса «Основы проектной деятельности» студенты обязаны выбрать проект, над которым они будут работать следующие четыре семестра.

Темы проектов предоставляются преподавателями института или внешними заказчиками. При выборе проекта у студента возникают следующие проблемы:

- недостаток информации об объявленных проектах. Заказчик описывает свой проект в виде краткой аннотации, которая не дает полного понимания объема и вида предстоящей работы. В связи с этим студенты выбирают проект исходя из названия, преподавателя-руководителя и своего понимания плана работ по этому проекту;

- целеполагание разработки программного обеспечения. Чаще всего на этапе формулировки темы и постановки задачи заказчик не имеет четкого понимания причин создания программного продукта и функций, которые он должен выполнять. Отсюда возникает задача анализа и проектирования требований пользователя, т. е. студенты должны проанализировать требования и объяснить заказчику какие именно функции разрабатываемого программного обеспечения ему требуются. Таким образом, очень много времени у группы разработки проекта уходит на изучение и анализ незнакомой предметной области;

- отсутствие заинтересованности заказчика в выполнении проекта по данной теме, не смотря на

большое количество внешних заказов на выполнение проектов от реальных организаций. Никто не проводит предварительный анализ заинтересованности заказчика в реализации предложенных им тем. В результате такие проекты из «реальных» переходят в ранг «учебных», что снижает ценность проектного обучения [2], [4].

Формирование команды

Формирование команды проекта – отдельная задача проектного обучения. На этом этапе все усилия направлены на объединение студентов в группу, способную под руководством преподавателя анализировать и реализовывать функциональные задачи проекта.

Формирование проектных команд в ИрНИТУ организовано следующим образом: количество студентов каждого института разделили на число проектов этого института и таким образом определили количество студентов в команде каждого проекта. Затем студентам представили проекты, на которые они записываются, исходя из собственных интересов. На данный момент в ИрНИТУ существует несколько сценариев формирования команд:

- студент записывается на проект, потому что ему понравилась тема;
- студент-лидер собирает команду на определенный проект, исходя из своих предпочтений;
- студент записывается для работы с преподавателем-руководителем проекта;
- студент записывается на проект «за компанию»;
- студент попадает в тот проект, команда которого еще не набрана.

Во время выполнения проекта каждый участник проекта должен играть определенную роль и иметь определенные обязанности на разных этапах процесса. То есть, одним из условий создания эффективной команды является правильное распределение функций в соответствии с умениями и компетенциями студентов, потому что результат деятельности команды зависит от действий каждого ее участника. При любом из этих сценариев студент, во-первых, чаще всего не в состоянии четко определить свою роль в будущей команде, а во-вторых, у него нет возможности указать или выбрать себе роль. В ИрНИТУ группы формируются без учета

необходимых компетенций для реализации проекта и без учета его сложности. В связи с тем, что студенты одного направления обладают практически одинаковыми знаниями и навыками, существует явный перевес компетенций при формировании команды. Например, большинство членов команды умеет программировать, а компетенций для анализа и проектирования у студентов нет.

Вторая проблема – это учет сложности проекта. Основываясь на положении о проектном обучении, каждый проект может иметь один из трех уровней сложности: легкий, базовый и сложный. Легкий (учебный) проект предполагает выработку определенных компетенций у студентов. Основная цель учебного проекта – приобретение навыков работы в команде и знакомство с методологиями видения проектов. Реальные или сложные проекты позволяют получить опыт разработки программного обеспечения. Помимо этого, после завершения проекта рабочая группа получает итоговый продукт, претендующий на новизну или дальнейшее использование [6]. И на учебный, и на реальный проект в ИрНИТУ создаются команды в среднем по 12–15 человек. Если для учебного проекта количество человек в группе несущественно, то для сложного проекта зачасую 12 человек недостаточно.

На основе вышеописанных проблем, возникших в процессе формирования коллектива, можно составить рекомендации по комплектации проектных групп. Первое с чего стоит начинать – обратить внимание студента на сложность проекта, т. к. это позволит понять объем предстоящей работы. Далее необходимо помочь выбрать роль, которую он будет занимать в проекте. Наилучшим решением по распределению студентов является создание команды преподавателем, т. к. он может объективно оценить возможности каждого члена будущей проектной группы [8].

Работа в команде

Выше было сказано, что подготовка студентов к проектной деятельности включала две части: лекционную и практическую. Если рассматривать лекционный курс с точки зре-

ния работы студентов в команде, материал был выдан в полном объеме, студенты получили много хороших теоретических знаний. К сожалению, и на практических занятиях преподаватели только теоретически рассказывали, как работать в команде.

В начале процесса работы над проектом студенты образуют стихийно сформированную группу, в которой нет лидера и ролей, общение в коллективе идет преимущественно с учетом ранее сформированных в процессе учебы отношений, и очень часто возникают конфликты, которые тормозят работу. Каждый из студентов имеет свою цель, нет единого понимания того, что следует делать и т. д.

Вся ответственность по сплочению коллектива в этом случае ложится на преподавателя и неофициального лидера от студентов, если он есть в этой группе, и, соответственно, приходится тратить очень много сил на процесс формирования команды и времени, отведенного на разработку проекта. При этом на практике не всегда понятно, какие технологии нужно применять в конкретной ситуации, и приходится придумывать новые методы и приемы.

На момент начала работы в команде нам приходилось учиться слышать и принимать чужое мнение, конструктивно обсуждать каждую высказанную идею, помогать друг другу разобраться в тех вещах, которые были не понятны. Мы признавали интересы и достижения всех членов команды, а все сроки выполнения работ, задачи и проблемы обсуждались в ходе живого диалога на проектных собраниях. На ранних этапах

разработки был создан первоначальный план работы над проектом, который корректировался, как только приходила новая информация.

В результате выполнения нашего проекта со временем были разделены зоны ответственности, каждый из команды определил свою роль в разработке проекта на основе своих пожеланий и возможностей. Появилось единое видение конечного результата работы и ответственность за общий результат [9].

Заключение

Внедрение проектного обучения в ИрНТУ является положительным опытом разработки для студентов, нужного для получения навыков работы в команде. К сожалению, нынешняя система несовершенна и имеет множество недочетов, которые будут устраняться в будущем.

В настоящее время в рамках проектного обучения группа студентов под руководством Аршинского В.Л. и Серышевой И.А. разработали систему, предназначенную для формирования рабочих групп на основе необходимых компетенций, что в какой-то степени позволит решить проблему учета ролей в команде проекта [10].

Решение проблемы формирования коллектива заключается в том, чтобы отвести некоторое время на теоретический материал, посвященный командообразованию, а оставшуюся большую часть времени посвятить практическим тренингам в игровой форме, которые помогут усвоить полученный материал.

Список источников

1. Катывшевская Т.А. Сущность проектной деятельности // Вопросы студенческой науки. 2020. № 2. С. 265–268. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/suschnost-proektnoy-deyatelnosti> (02.06.2022).
2. Аликберова Т.А. Трудности использования проектной деятельности в обучении [Электронный ресурс]. URL: <https://infourok.ru/trudnosti-ispolzovaniya-proektnoy-deyatelnosti-v-obuchenii-3986094.html> (02.06.2022).
3. Берёзка Н.Н. Пути повышения конкурентоспособности вуза на региональном рынке образовательных услуг // Российское предпринимательство. 2007. Т. 8. № 3. С. 117–119. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/puti-povysheniya-konkurentosposobnosti-vuza-na-regionalnom-rynke-obrazovatelnyh-uslug> (02.06.2022).
4. Николаева Р.И. Внедрение новых форм и методов обучения в образовательный процесс, как стимул для повышения интересов учащихся [Электронный ресурс]. URL: <https://infourok.ru/doklad-vnedrenie-novih-form-i-metodov-obucheniya-v-obrazovatelnyy-process-kak-stimul-dlya-povysheniya-interesov-uchaschihsya-1942627.html> (02.06.2022).
5. Ивонина А.И., Чуланова О.Л., Давлетшина Ю.М. Современные направления теоретических и методических разработок в области управления: роль soft-skills и hard skills в профессиональном и карьерном развитии сотрудников. 2017. Т. 9. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-napravleniya-teoreticheskikh-i-metodicheskikh-razrabotok-v-oblasti-upravleniya-rol-soft-skills-i-hard-skills-v-professionalnom> (02.06.2022).

6. Вахрушев С.А., Дмитриев В.А. Некоторые проблемы внедрения проектной деятельности в школьном образовании // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2021. Т. 10. № 1. С. 40–44. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-problemy-vnedreniya-proektnoy-deyatelnosti-v-shkolnom-obrazovanii> (02.06.2022).
7. Тимченко С., Лазичев А., Гураков А. Групповое проектное обучение образовании // Высшее образование в России. 2007. № 4. С. 25–31. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/grupповое-proektnoe-obuchenie/viewer> (02.06.2022).
8. Дунаева О.В. Трудности использования проектной работы в обучении // ПОНО. 2014. № 23. [Электронный ресурс]. URL: https://www.sites.google.com/a/shko.la/ejrno_1/vypuski-zurnala/vypusk-23-maj-2014/innovacii-poiski-i-issledovania/sovremennye-obrazovatelnye-tehnologii-v-professionalnoj-deatelnosti-materialy-konferencii-sozvezdie-molodyh/trudnosti-ispolzovania-proektnoj-raboty-v-obucenii (02.06.2022).
9. Клушина Н.П. Практико-ориентированная подготовка студентов к работе в команде // Мир науки, культуры, образования. 2018. № 3. С. 110–112. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/praktiko-orientirovannaya-podgotovka-studentov-k-rabote-v-komande> (02.06.2022).
10. Аршинский В.Л., Покитку К.А., Сангов Р.К. Проектирование веб-платформы «Ярмарка проектов» для института информационных технологий и анализа данных ИрНИТУ // Информатизация и виртуализация экономической и социальной жизни: сб. Междунар. науч.-практ. конф. (г. Иркутск, 31 марта 2021 г.). Иркутск, 2021. С. 313–320. [Электронный ресурс] URL: <https://drive.google.com/file/d/1IT6BQk6XdcWZEIUsHxV6CE4TY70qhV6/view> (02.06.2022).

Информация об авторах / Information about the Authors**Малиновцев Иван Александрович**

студент,
Институт информационных технологий и анализа данных,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
mix06062001@bk.ru

Ivan A. Malinvtsev

Student,
Institute of Information Technology and Data Analysis,
Irkutsk Nation Research Technical University,
83, Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
mix06062001@bk.ru

Вовиков Даниил Евгеньевич

студент,
Институт информационных технологий и анализа данных,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
Российская Федерация
daniilvovikov@gmail.com

Daniil E. Vovikov

Student,
Institute of Information Technology and Data Analysis,
Irkutsk Nation Research Technical University,
83, Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
daniilvovikov@gmail.com

Михейко Юлия Андреевна

студент,
Институт информационных технологий и анализа данных,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
yu_lu26@mail.ru

Yulia A. Mikheiko

Student,
Institute of Information Technology and Data Analysis,
Irkutsk Nation Research Technical University,
83, Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
yu_lu26@mail.ru

Бахвалова Зинаида Андреевна

к.т.н., доцент Центра программной инженерии,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
zinand@inbox.ru

Zinaida A. Bakhvalova

Cand. Sci. (Technics), Associate Professor,
Software Engineering Centre,
Institute of Information Technology and Data Analysis,
Irkutsk Nation Research Technical University,
83, Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
zinand@inbox.ru

Перспективные направления развития электроэнергетики России

© Н.А. Иванов¹, Е.Ю. Пузина^{1,2}

¹Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

²Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматриваются различные аспекты функционирования электроэнергетики России, включая производство, передачу и потребление электроэнергии. Особое внимание уделено актуальным технологическим решениям, таким как использование возобновляемых источников энергии, а также характеристикам «умных» сетей grids, которые часто используются за рубежом, проводится их сравнение с отечественными энергосистемами. В России эксплуатация автономных источников энергии представлена блочно-модульными и другими малыми электростанциями. Основное различие между интеллектуальными сетями и традиционными сетями заключается в использовании информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Интеллектуальная сеть решает проблему потерь электроэнергии, производя ее точно в соответствии со спросом. Интеллектуальная сеть помогает принимать важные решения, которые удовлетворяют такие потребности потребителей в энергии, как ценообразование в режиме реального времени, планирование энергопотребления и оптимизация потребления электроэнергии. Технологии ИКТ повышают эффективность, надежность, защищенность, стабильность и масштабируемость традиционных электросетей. Поэтому необходимо содействовать развитию интеллектуальных сетей на уровне изменений в государственной энергетической политике, что на текущем этапе развития российской экономики позволит обеспечить энергетическую независимость многих промышленных предприятий и, следовательно, максимальную финансовую независимость.

Ключевые слова: grids системы, возобновляемые источники электроэнергии, интеллектуальная энергосистема, электроэнергетика России

Promising Directions for the Electric Power Industry Development in Russia

© Nikita A. Ivanov¹, Elena Yu. Puzina^{1,2}

¹Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

²Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article discusses various aspects of the functioning of the Russian electric power industry, including the production, transmission and consumption of electricity. Particular attention is paid to current technological solutions, such as the use of renewable energy sources, as well as the characteristics of "smart" grids, which are often used abroad, and they are compared with domestic energy systems. In Russia, the operation of autonomous energy sources is represented by block-modular and other small power plants. The main difference between smart grids and traditional networks is the use of information and communication technologies (ICT). The smart grid solves the problem of electricity losses by producing it exactly in accordance with demand. The smart grid helps you make critical decisions that meet your customers' energy needs, such as real-time pricing, energy planning, and energy optimization. Information and Communication Technologies improve the efficiency, reliability, security, stability and scalability of traditional power grids. Therefore, it is necessary to promote the development of smart grids at the level of changes in the state energy policy, which at the current stage of the development of the Russian economy will ensure the energy independence of many industrial enterprises and, consequently, maximum financial independence.

Keywords: grids systems, renewable energy sources, intelligent power system

Введение

В настоящее время человечество неизбежно сталкивается с возрастающим количеством сложностей, связанных с обеспечением окружающей среды электроэнергией высокого качества и в достаточном количестве. Для решения этой проблемы экспертам в области энергетики необходимо предпринять новаторские и эффективные действия, чтобы перенести мировую энергетическую отрасль на новый уровень развития.

Последнее время в электроэнергетике России происходят существенные изменения: меняется структура отрасли, формируются конкурентные рынки электроэнергии, а также внедряется новая нормативно-правовая база и система регулирования. Таким переменах Россия следует примеру большинства индустриально развитых стран, которые уже реализовали реформы в своих электроэнергетических секторах, чтобы приспособить их к требованиям современной экономики.

Цели, преследуемые созданием инновационных технологий в энергетике, неизменно включают в себя обеспечение клиентов электроэнергией лучшего качества, снижение издержек на производство и транспортировку энергии, оперативное реагирование на изменения в сети и, что крайне важно, превращение электроэнергетических систем в экологически чистые, используя лишь возобновляемые источники энергии. Эта новая система должна позволить эффективно использовать электроэнергию, получаемую из различных возобновляемых источников и регулируемую с помощью систем grids, которые активно используют за рубежом.

Характеристики систем grids за рубежом

Nanogrids – это модульные строительные блоки, которые обычно обслуживают одно здание или нагрузку службы, главным образом из-за их простоты. Также это источники электроэнергии, в которых система хранения солнечной энергии представляет собой фото-электрическую

матрицу с подключенными батареями. Nanogrids имеют составляющую ячейку microgrids и малый размер мощности (меньше 50 кВт) и снабжают электроэнергией жилой или небольшой коммерческий объект.

Эти сети существуют в виде телекоммуникационных систем, которые обычно обеспечивают 48 В постоянного тока для стандартных телефонов и сетей Интернет, которые обеспечивают через него питание при примерно 50–57 В постоянного тока для сетевых устройств, устройств с питанием от USB, автомобильных сетей и др.

Nanogrids способны отключаться от более крупной сети и работать независимо во время перебоев в подаче электроэнергии. Электроэнергия продолжает поступать в дома или строения, обслуживаемые nanogrids, даже когда окружающие находятся в темноте [1].

Преимущества nanogrids:

- надежность этой электросети;
- экономия денег в периоды дорогостоящего электроснабжения;
- взаимосвязь с более масштабной интеллектуальной сетью.

В развивающихся странах, таких как Индия, сети nanogrids обеспечивают надежное электроснабжение для удовлетворения основных социальных потребностей: продуктов питания, образования и здравоохранения.

На рис. 1 изображена иерархия от nanogrid к grid.

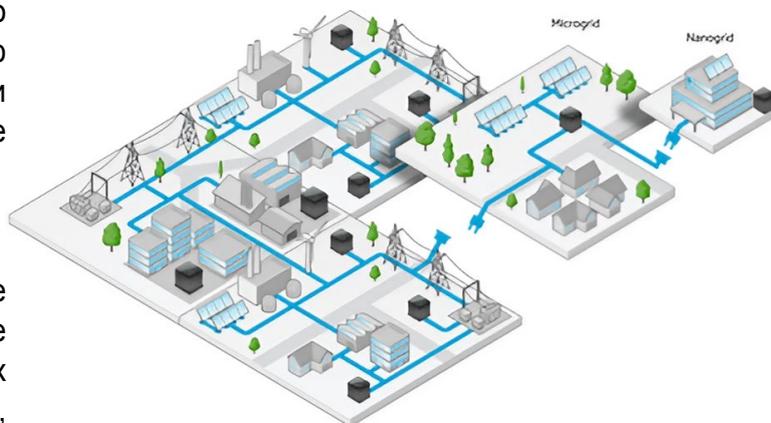


Рис. 1. Иерархия от nanogrid к grid

Microgrids – это часть местной энергетической системы, которая предполагает формирование специализированных энергетических структур на определенной территории, которые смогут работать независимо. Эта система обладает своим источником энергии и может удовлетворять потребности потребителей даже во время пиковых нагрузок.

Разнообразие конструкций и размеров microgrids зависит от их функционального назначения. Так, система может быть компактной и с производительностью в несколько десятков кВт, что достаточно для обеспечения небольшого сельского поселения или загородного дома. И наоборот, громадные системы с мощностью от 10 до 100 кВт могут обеспечить электроэнергией крупные производства или даже целый городской район. Важно, чтобы энергетический баланс генерируемой и потребляемой энергии на данной территории соответствовали друг другу¹.

Использование микросетей – это вариант, который дает множество преимуществ:

- позволяет интегрировать большее количество распределенных возобновляемых источников энергии;

- предоставляет более эффективный для потребителей способ получать электроэнергию и управлять распределением энергии;

- способствует экологической безопасности, используя источники энергии с низким уровнем выбросов углерода или без них вообще;

- позволяет сократить расходы;

- повышает энергоэффективность;

- гарантирует надежный источник питания.

Можно сказать, что недостаток данной системы является и ее преимуществом, поскольку отказ или необходимость проведения ремонта сети может привести к серьезным проблемам, связанным с прекращением работы района или предприятия, что негативно скажется на их экономическом состоянии.

Microgrids используются, к примеру, на острове Калверт в Британской Колумбии, в Канаде, где компания Cummins участвовала в проекте по

модернизации microgrids-острова.

Minigrids – мини-энергетические сети, которые состоят из генераторных установок и устройств для накопления энергии, подключенных к распределительной сети, чтобы удовлетворить электропотребность определенной группы потребителей. Они могут работать независимо, не подключаясь к централизованной сети, и достигают мощности до 50 МВт [2]. Minigrids также могут работать автономно в удаленных местах до тех пор, пока новая инфраструктура не позволит подключиться к центральной сети. Этот вариант может быть особенно подходящим для развивающихся стран, в которых отсутствует инфраструктура или качественно подключенные электрические сети.

Minigrids относительно быстро и легко внедряются в районы, в которых нет электроснабжения. В отличие от обычного производства энергии, minigrids уменьшают потери энергии в ночное время, когда сообществу требуется меньше энергии. Дополнительным техническим преимуществом minigrids является то, что они не требуют традиционного источника топлива. Это означает, что они могут быть легко внедрены в районах, не имеющих доступа к дизельному или другому ископаемому топливу.

Также minigrids более прибыльны, чем другие типы электрических сетей. Благодаря улучшенному обслуживанию электросетей и уменьшению количества сбоев, таких как отключения электроэнергии, клиенты в целом более удовлетворены и, следовательно, готовы платить за услуги, предоставляемые мини-сетями, что приводит к увеличению доходов. Minigrids в основном используются в развивающихся странах (например, в странах Южной Африки), которые все еще не достигли почти полной электрификации. В развитых странах также существует несколько minigrids для изолированных сообществ и островов, расположенных в особенно суровых и отдаленных местах. В Австралии их несколько.

Термин «macrogrids», безусловно, относится к сети распределения электроэнергии, которая

¹Neosun energy. What is a microgrid? 2015. [Электронный ресурс]. URL: <https://neosun.com/what-is-a-microgrid/> (21.05.2023).

охватывает множество регионов и соединяет мелких производителей вместе для достижения максимальной эффективности за счет масштаба. Мощность достигает до 10 ГВт, а напряжение 110 кВ и выше².

Macrogrids-системы преобразуют передаваемую ими электроэнергию в переменный ток, чтобы преодолевать большие расстояния

– использование регионами избыточной генерирующей мощности, когда она не нужна на местном уровне;

– повышение устойчивости и смягчение угроз, что улучшает производительность системы.

К примеру, в США в каждом штате есть всего несколько macrogrids, поэтому огромная часть каждого штата подключена к одному из них. Это

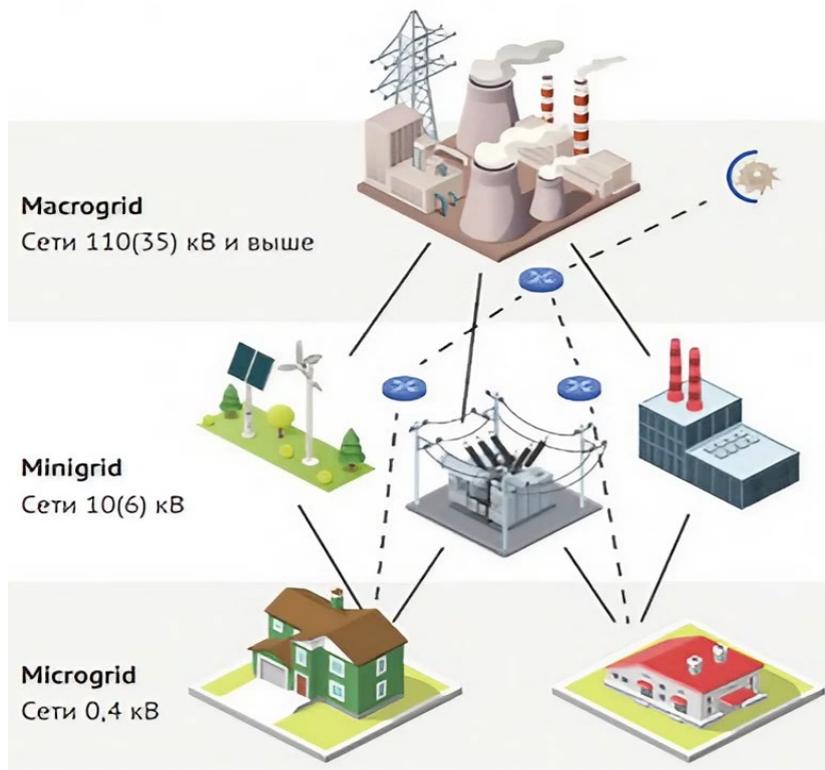


Рис. 2. Иерархия от microgrid к macrogrid

и быстро менять направление на сотнях километров линий электропередачи. Macrogrids – это естественная конструкция централизованного общества, которая обычно полностью или частично принадлежат государствам. Однако, когда в macrogrids возникает какая-либо проблема, масштабное отключение электроэнергии неминуемо.

К преимуществам macrogrids следует отнести:

- дешевую электроэнергию;
- экономию затрат на строительство солнечных и ветряных электростанций;
- использование сетей, способствующее сокращению выбросов углекислого газа;

означает, что у населения есть легкий доступ к электроэнергии.

На рис. 2 представлена иерархия от microgrid к macrogrid.

Supergrids – это крупная передающая сеть, которая позволяет передавать крупные объемы электроэнергии на большие расстояния, т. е. это высоковольтные линии электропередачи постоянного тока (с номинальным напряжением превышающим или равным 500 кВ) или линии электропередачи сверхвысокого напряжения постоянного тока (превышающим или равным 800 кВ). Для передачи электроэнергии на расстояния свыше 1000 км требуется мощность десятков или сотен ГВт³.

²Для энергетического перехода необходимо расширение макросети. 2020. [Электронный ресурс].

URL: <https://leg.co.ua/stati/dlya-energeticheskogo-perehoda-neobhodimo-rasshirenie-makrosetey.html> (20.05.2023).

³IRENA. Supergrids innovation landscape brief. 2019.

Кабели HDVC используют постоянный ток при очень высоком напряжении, чтобы минимизировать потери при передаче. Они являются началом supergrids. Приставка «супер» передает три значения этого слова. Одно из них буквально: линии постоянного тока при очень высоком напряжении функционируют как артерии, которые перемещают большое количество электроэнергии

эффективный инструмент интеграции переменной возобновляемой энергии, но и способ объединения различных областей управления и государств. Такой подход открывает перед энергосистемой целый ряд перспектив и возможностей для развития и улучшения ее работы. Supergrids широко применяются в странах Северной Африки и Южной Европы.

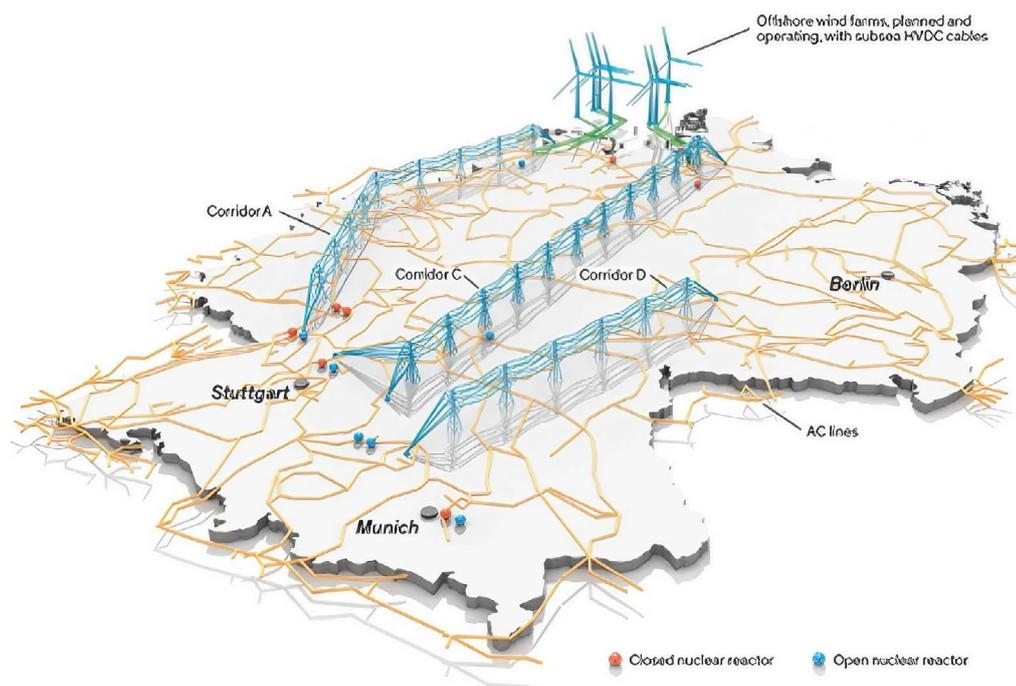


Рис. 3. Supergrids в Германии

выше и отделяют ее от существующей сети переменного тока.

Второе является наилучшим: supergrid имеет большую географическую протяженность, чем обычная сетка. Третье значение: в будущем это идеально функционирующая глобальная система передачи электроэнергии с нулевым выбросом углерода⁴.

Сети переменного тока получили широкое распространение благодаря способности трансформаторов переменного тока изменять уровень напряжения.

Supergrids обеспечивают повышенную надежность энергоснабжения, более высокую доступность генерации, снижение затрат на электроэнергию в разных регионах и, что особенно важно для интеграции переменной возобновляемой энергии, большую гибкость системы. Supergrids представляют собой не только

На рис. 3 представлены supergrids в Германии.

Энергосистемы в России

На 1 января 2022 года общая установленная мощность электростанций ЕЭС России составила 247,6 ГВт. Единая энергетическая система (ЕЭС) – это совокупность производственных и иных имущественных объектов электроэнергетики, связанных единым процессом производства и передачи электрической энергии в условиях централизованного оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике⁴. В электроэнергетический комплекс ЕЭС России входит 911 электростанций мощностью свыше 5 МВт каждая.

Объединенная энергетическая система (ОЭС) – совокупность региональных энергетических систем, объединенных общим режимом работы, имеющая общее диспетчерское управление как высшую ступень управления входящих

в нее энергосистем⁴. Например, суммарная установленная мощность электростанций ОЭС Центра составляет 50,199 ГВт.

Региональная энергетическая система (РЭС) – совокупность подстанций и электростанций в каждом регионе. Так, например, установленная мощность электростанций энергосистемы города Москвы и Московской области по состоянию на 1 января 2023 года составила 15,9 ГВт. Все энергосистемы соединены межсистемными высоковольтными линиями электропередачи напряжением 220–500 кВ и выше и работают в синхронном режиме (параллельно).

Электрическая подстанция (ПС) – электроустановка, предназначенная для приема, преобразования и распределения электрической энергии, состоящая из трансформаторов или других преобразователей электрической энергии, устройств управления, распределительных и вспомогательных устройств⁴.

К примеру, в городе Лесосибирске расположена ПС 220 кВ Тайга. Установленная мощность трансформаторов на подстанции – 250 МВА. Рабочее напряжение – 220 кВ.

Структура энергосистемы России изображена на рис. 4.

Вследствие аварий, иногда происходящих в объединенных энергосистемах, и возникающих при этом длительных перебоев в подаче электроэнергии многие компании и организации понесли не только финансовые, но и политические потери. По этим причинам потребители все чаще стали решать проблему, используя резервный или аварийный источник питания, работающий самостоятельно, независимо от состояния внешних источников энергии.

В децентрализованных регионах для обеспечения потребностей в энергии используются малые электростанции, работающие на автономных электрических сетях, охватывающих один или несколько соседних населенных пунктов. Их работа основана на использовании дизельных, газопоршневых и газотурбинных электростанций, устанавливаемых в таких регионах. Общее количество таких станций превышает 47 тыс., а установленная мощность составляет около 15 млн кВт. Такие системы способны длительное время независимо обеспечивать электроэнергией и теплом различные объекты, не нуждаясь во внешней энергосистеме [3].

У автономных электрических сетей, работающих на малых электростанциях, есть



Рис. 4. Структура энергосистемы России

⁴Системный оператор Единой Энергетической Системы. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.so-ups.ru/functioning/ups/ups2021/> (23.05.2023).

множество применений. К ним относятся не только поселки нефтяников и газовиков, строительные объекты, морские заводы и пограничники, но и буровые, занимающиеся добычей нефти и газа, а также объекты, связанные с перекачкой и переработкой нефти и газа [4-5], и стартовые комплексы космической отрасли, а также промышленные и сельскохозяйственные объекты.

Текущее положение дел в автономной энергетике характеризуется применением устаревших энергосистем, основанных на дизельных, газопоршневых и газотурбинных электроагрегатах, большинство из которых исчерпали свой ресурс и их срок службы давно истек.

Из-за продвинутого этапа развития автономной энергетике в России, компания «Энергия-Модуль» была вынуждена изменить свой подход и сконцентрироваться на создании блочно-модульных электростанций – быстровозводимых конструкций, которые состоят из модулей контейнерного исполнения и стационарных зданий, общая мощность которых может достигать от 3 до 50 МВт.

В то же время компания ОАО «Звезда-Энергетика» усилила направление создания стационарных и модульных электростанций контейнерного типа с комбинированной электрической и тепловой энергией (когенерационные установки или мини-ТЭЦ).

Компания успешно эксплуатировала свои блочно-модульные дизель- и газопоршневые электростанции (соответственно, 14,2 МВт в

поселке Эльдикан, республика Якутия, 12 МВт на нефтяном месторождении Кынского и 7,5 МВт на нефтяном месторождении Ярай-нерского в Ямало-Ненецком автономном округе), что подтвердило высокий КПД электростанций, соответствующий ожиданиям [6].

Конструкция блочно-модульной электростанции изображена на рис. 5.

Сравнение зарубежных grids и элементов энергосистем России

Проведем анализ отечественных и зарубежных интеллектуальных энергетических систем [7]. Исходя из вышеприведенных значений вырабатываемых мощностей panogrids, microgrids и российской энергосистемы, наблюдаем схожесть. К примеру, солнечные бата-реи, установленные на жилом доме или на нескольких, вырабатывают до 100 кВт электроэнергии. Блочно-модульную дизельную электростанцию в Республике Якутия, вырабатывающую 14,2 МВт, следует сравнить с minigrids. Macrogrids относится к сети распределения электроэнергии между регионами. Как и в России, эта роль отведена РЭС. Масштабная сеть supergrids, как и ЕЭС России, охватывает и обеспечивает электроэнергией достаточно обширные территории. Основными отличиями традиционной российской энергетике от зарубежных grids считается отсутствие автоматизированной системы управления энергопотребления и резервных источников генерации.



Рис. 5. Конструкция блочно-модульной электростанции

Оценка возможности реализации новой модели интеллектуальной энергосистемы

В России в 2010-х годах начали формироваться системные взгляды на перспективы интеллектуализации единой энергетической системы страны. Это было в значительной степени основано на обобщении опыта и концепций, разработанных и применяемых за рубежом. ФСК ЕЭС в 2010 году разработала концепцию построения интеллектуальной энергетической системы, активно-адаптивной сети, что было важным шагом в этом направлении. В 2015 году Министерство энергетики России при участии ведущих экспертов из РЭА, ИНЭИ РАН, НИУ ВШЭ разработало концепцию национального проекта «Интеллектуальная энергетическая система России», которую планируется реализовать в ближайшее время.

Сложность задач, связанных со структурной организацией и управлением энергетическим сектором, а также растущий спрос на энергетические услуги, новые требования общества к энергетической среде и измененный статус потребителя, как активной мишени организационных и экономических отношений, требуют создания инновационной системы развития энергетики.

В России наблюдается возрастающий интерес к SmartGrid - новой концепции трансформации электроэнергетики, которая

все более распространяется по всему миру. SmartGrid представляет собой инновационный подход к преобразованию электроэнергетики на основе единой системы восприятия ее роли и места в обществе, определяющей необходимые требования и принципы, а также предоставляющей технологическую основу для реализации этой концепции [8].

В таблице представлено сравнение функциональных свойств современной энергетической системы и энергетической системы на базе концепции SmartGrid

Очевидно, что успешное внедрение новой энергетической модели, основанной на концепции SmartGrid, зависит от развития науки и информированности компаний, а также от масштаба реализуемых возможностей и новизны решаемых задач. Для достижения нужных результатов в новых условиях, необходим пересмотр и улучшение существующей научно-методологической базы и инструментов, начиная с формирования единой концептуальной области. Преодоление этих вызовов является ключевым фактором успешной реализации SmartGrid и выполнения новых задач.

Особенности перехода к интеллектуальной энергосистеме

Переход к «умной» энергетике обусловлен прогрессом в технологических разработках, включая передачу и обработку информации, и новыми методами управления большими системами.

Таблица. Сравнение функциональных свойств современной энергетической системы и энергетической системы на базе концепции SmartGrid

Энергетическая система сегодня	Энергетическая система на базе концепции SmartGrid
односторонняя коммуникация между элементами или ее отсутствие	двусторонние коммуникации
централизованная генерация – сложно интегрируемая распределенная генерация	распределенная генерация
топология преимущественно радикальная	топология преимущественно сетевая
реакция на последствия аварии	реакция на предотвращения аварии
работа оборудования до отказа	мониторинг и самодиагностика, продлевающие «жизнь» оборудования
ручное восстановление	автоматическое восстановление
ручное и фиксированное выделение сети	адаптивное выделение
проверка оборудования по месту	удаленный мониторинг оборудования
ограниченный контроль перетоков мощности	управление перетоками мощности
недоступная или сильно запоздавшая информация о цене для потребителя	цена в реальном времени

Современные достижения в этих областях создают возможности для улучшения энергетической эффективности, повышения экологической безопасности и обеспечения надежности энергоснабжения [9]. Однако, чтобы добиться успеха, необходимо обеспечить взаимодействие различных секторов и заинтересованных сторон, включая правительство, научных и технических специалистов и широкую общественность.

Благодаря инновациям в области информационно-коммуникационных технологий возможно значительно сократить традиционный, интенсивный рост энергетической отрасли без ущерба для стоимости и надежности энергоснабжения. Это достигается путем более эффективного использования существующей энергетической инфраструктуры и создания «энергетического интернета» – информационного двойника для энергетической системы. Такое инновационное решение сможет обеспечить повышенную эффективность работы системы, уменьшение потребления ресурсов и защиту окружающей среды. Это возможно только при условии взаимодействия различных секторов на местном, национальном и международном уровнях в целях обеспечения перехода к устойчивой энергетике [10].

Реализация перехода к использованию источников возобновляемой энергии является огромным техническим, организационным и экономическим вызовом, который включает в себя обновление энергетических устройств и систем управления на всех уровнях. В действительности перед нами стоит задача реализации внутренней модернизации индустрии, которая предполагает изменение функциональности уже существующих или вновь созданных систем на отдельных уровнях и на уровне энергосистемы в целом [11].

Основной принцип развития электроэнергетики изменился – теперь эффективнее начинать переход к интеллектуальной энергетической системе с основания, постепенно интегрируя потребителей и местные источники энергии, формируя децентрализованные кластеры надежных источников энергии и слагая основу для формирования новой рыночной среды в отрасли.

Таким образом, для успешного перехода на новый тип электроэнергии необходимо обеспечить согласование всех секторов промышленности. Это сделает возможным расширение границ производственного процесса традиционных источников энергии, который будет дополнен новыми технологиями. Такой подход приведет к необходимому росту производительности и

насыщению новыми источниками энергии – важный шаг к электроэнергетическому развитию.

Заключение

Подводя итоги, можно сказать, что развитие интеллектуальных сетей в России сегодня – не только перспективное направление, но и актуальная потребность. Внедрение «умных» сетей является одним из естественных этапов социально-экономического развития, инновационной концепцией, которую нельзя игнорировать. Россия, как член мирового сообщества, должна целенаправленно продвигаться в этой области вместе с мировыми лидерами.

Nanogrids являются одной из составных частей microgrids, которые обладают широкими возможностями для балансировки энергии и ее использования в условиях нарушения стабильности в большей степени, чем в крупных сетях. Microgrids обеспечивают сельские районы энергией, сделав их более самодостаточными. Macrogrids соединяют регионы, а сверхсети – страны и континенты.

В России имеются все необходимые условия и возможности для осуществления концепции SmartGrid. Нашу позицию можно обосновать тем, что значительная часть концепции соответствует идеологии единой энергетической системы нашей страны и может успешно развиваться здесь в будущем. Кроме того, при внедрении данной концепции на базе умных технологий мы сможем совершить переход российской энергетической отрасли на инновационный путь.

В условиях растущего интереса к концепции SmartGrid во всем мире, создание национальной стратегии и тактики в этом направлении является обязательным для России. Наша страна не уступает мировым лидерам в этой области и сможет предложить концептуальные решения не только в энергетическом менеджменте, но и в механизмах модернизации и развития технологической базы. Создание такой концепции позволит России пройти путь инновационного развития и занять достойное место на мировом рынке энергетических технологий.

Таким образом, внедрение автономных источников энергии – это лучший шаг для нашей экономики на пути к укреплению ее позиций. Промышленные компании могут воспользоваться такой возможностью, чтобы обрести энергетический суверенитет, а также укрепить свою финансовую независимость. Введение новой технологии в работу энергетической системы существенно улучшит экономический потенциал России и обеспечит более стабильный рост в будущем.

Список источников

1. Castle O.D. Design and Modeling for DC Nanogrids // Electronic Theses and Dissertations. 2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://digitalcommons.georgiasouthern.edu/etd/1603> (02.06.2023).
2. Silva E. Mini, smart & super grids // Revolve. 2013. [Электронный ресурс]. URL: <https://revolve.media/mini-smart-super-grids/> (28.05.2023).
3. Свириденко О.В., Воронов В.В., Забурчик А.А. Роль автономных источников энергии на современном этапе развития экономики России // Малые и средние ТЭЦ. Современные решения: сб. науч.-практ. конф. (г. Москва, 7-9 сентября 2005 г.). Москва, 2005.
4. Захарова М.Ю., Пузина Е.Ю. Особенности проведения энергетического обследования нефтебазовых комплексов // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири: матер. Всеросс. науч.-практ. конф. с Междунар. участием (г. Иркутск, 22–26 апреля 2014 г.). Иркутск, 2014. Т. 2. С. 235–240.
5. Кобец Б.Б., Волкова Т.О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции SmartGrid. М.: Энергия, 2010. 208 с.
6. Иванов Т.В., Иванов С.Н., Логинов Е.Л., Наумов Э.Б. Интеллектуальная электроэнергетика: стратегический тренд международной конкурентоспособности России. М.: Спутник+, 2012. 304 с.
7. Разуваева С.А., Пузина Е.Ю. Перспективное направление в развитии электроэнергетики // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири: матер. Всеросс. науч.-практ. конф. с Междунар. участием. (г. Иркутск, 22–26 апреля 2013 г.). Иркутск, 2013. Т. 2. С. 171–176.
8. Ф.В. Веселов, В.В. Дорофеев. Интеллектуальная энергосистема России как новый этап развития электроэнергетики в условиях цифровой экономики // Энергетическая политика. 2018. № 5. С. 43–52.
9. Воинова Д.В., Пузина Е.Ю. Повышение эффективности функционирования энергетических объектов муниципальной инфраструктуры // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири: матер. Всеросс. науч.-практ. конф. с Междунар. участием (Иркутск, 19–22 апреля, 2016 г.). Иркутск, 2016. Т. 2. С. 170–175.
10. И.О. Волкова. Интеллектуальная энергетика в России: оценка существующего потенциала развития // Эко. 2016. С. 90–100.
11. Дрянова Е.В., Антипина О.В., Антипин Д.А. Влияние санкций на информационную безопасность предприятий ТЭК // Информатизация и виртуализация экономической и социальной жизни: матер. IX Междунар. науч.-практ. конф. (г. Иркутск, 28 марта 2022 г.). Иркутск, 2022. С. 285–290.

Информация об авторах / Information about the Authors

Никита Андреевич Иванов,
студент,
Институт энергетики,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
Nikita.ivan.ivanov@mail.ru

Nikita A. Ivanov,
Student,
Institute of Power Engineering,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
Nikita.ivan.ivanov@mail.ru

Елена Юрьевна Пузина,
к.т.н., доцент,
кафедра электроснабжения и электротехники,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация;
к.т.н., доцент,
кафедра электроэнергетики транспорта,
Иркутский государственный университет путей сообщения,
664074, г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15,
Российская Федерация
Lena-rus05@mail.ru

Elena Yu. Puzina,
Cand. Sci. (Technics), Associate Professor,
Power Supply and Electrical Engineering Department,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
Cand. Sci. (Technics), Associate Professor,
Electric Power Industry of Transport Department,
Irkutsk State Transport University,
15 Chernyshevsky St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
Lena-rus05@mail.ru

Разработка программного комплекса для выполнения теплового расчета котельных агрегатов

© Н.В. Филиппова, Т.В. Коваль

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Информационные технологии применяются во всех сферах человеческой деятельности, что позволяет оптимизировать и автоматизировать информационные процессы для расчета, обработки, хранения и передачи данных, что во многом упрощает восприятие информации и повышает ее достоверность практически исключая человеческий фактор. Информационно-аналитические программы, применяемые в энергетике, предполагают многоаспектный анализ данных с помощью команд, функций и инструментов, которые предоставляют широкий спектр математических методов. В теплоэнергетике для определения эффективности работы паровых котлов существуют специализированные программы и комплексы, применяемые для выполнения расчетных исследований. Однако в процессе обучения не всегда имеется доступ к такого рода программам. Поэтому в результате выполнения курсового проекта по курсу «Котельные установки и парогенераторы» был разработан программный комплекс, который позволяет выполнять расчеты показателей эффективности работы парового котла. Программный комплекс разработан на базе пакета Microsoft Excel. Рассмотрен функционал комплекса для использования студентами различных направлений подготовки в целях освоения методики расчета курсового проекта, демонстрирующего уровень усвоения теоретических знаний и способности применить эти знания в решении профессиональных задач.

Ключевые слова: теплоэнергетика, котельный агрегат, поверочный расчет, программный комплекс

Software Package Development for Performing Thermal Calculation of Boiler Units

© Nadezhda V. Filippova, Tatyana V. Koval

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. Information technologies make it possible to optimize and automate information processes for calculating, processing, storing and transmitting data, which greatly simplifies the perception of information and increases its reliability, practically excluding the human factor. Information and analytical programs used in the energy industry involve multidimensional data analysis using commands, functions and tools that provide a wide range of mathematical methods. In the thermal power industry, to determine the efficiency of steam boilers, there are specialized programs and complexes used to perform computational studies. However, in the learning process, there is not always access to such programs. Therefore, the result of the course project “Boiler Plants and Steam Generators” is the development of a software package that allows calculating the performance indicators of a steam boiler. The software package is developed on the basis of the Microsoft Excel package. The article discusses the functionality of the complex for use by students of various areas of training in order to master the methodology for calculating a course project, demonstrating the level of mastery of theoretical knowledge and the ability to apply this knowledge in solving professional problems.

Keywords: thermal power engineering, boiler unit, verification calculation, software package

Информационные технологии являются неотъемлемой частью современной жизни и используются во всех сферах человеческой деятельности. Так, например, применение информационных технологий в энергетике позволяет автоматизировать процессы сбора, обработки, анализа, хранения

и передачи информации, что способствует рациональному использованию энергоносителей, повышению коэффициента полезного действия энергетических установок, уменьшению тепловых потерь и т.п. [1–4].

В теплоэнергетике для оценки эффективности работы паровых котлов применяются

специализированные программы и комплексы программ, предназначенные для выполнения расчетных исследований котельных агрегатов, такие как ТРАКТ (ЗиО) и Boiler Design, CORAL (ВТИ-УралВТИ), нашедшие широкое применение в учебной и научной практике.

Компьютерная программа CORAL (ВТИ-УралВТИ) преимущественно предназначена для выполнения расчетного анализа изменения шлакующих свойств топлива (рис. 1).



Рис.1. Результаты графического анализа расчетов по программе CORAL

Программа ТРАКТ (рис. 2) предназначена для проведения теплогидравлического расчета прямоточных и барабанных котлов. Расчет может быть проведен в широком диапазоне нагрузок (от растопочного до номинального) и для различных видов топлива.

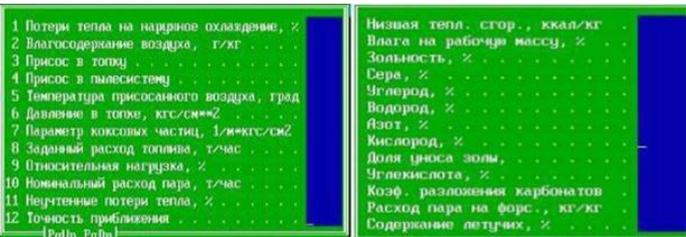


Рис.2. Графический интерфейс программы ТРАКТ

В области расчета теплоэнергетического оборудования современным программным обеспечением является программа Boiler Design (рис. 3). При помощи данной программы возможно сконструировать практически любые схемы трактов котельных агрегатов (прямоточных, с естественной циркуляцией, утилизационных и др.).

Программный комплекс способен выполнить два варианта расчетных исследований. Первый вариант программы – программа статического расчета – предусматривает проведение классических расчетов (поверочного, аэродинамического, гидравлического, расчет теплового баланса и др.).

Второй вариант – программа динамического расчета – позволяет провести расчет переходных режимов работы котельного агрегата (пусков, остановов, резких изменений нагрузки и др.).

Перечисленные программные продукты обладают как достоинствами, так и недостатками, однако в процессе обучения не всегда имеется доступ к такого рода программам. В рамках изучения дисциплины «Котельные установки и парогенераторы», обучаясь по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Тепловые электрические станции», требуется выполнить курсовой проект на тему «Поверочный тепловой расчет котельного агрегата». Поверочный тепловой расчет котла является достаточно громоздким вычислительным процессом и требует больших затрат не только труда, но и времени. При многократном пересчете параметров иногда страдает и достоверность получаемых результатов.

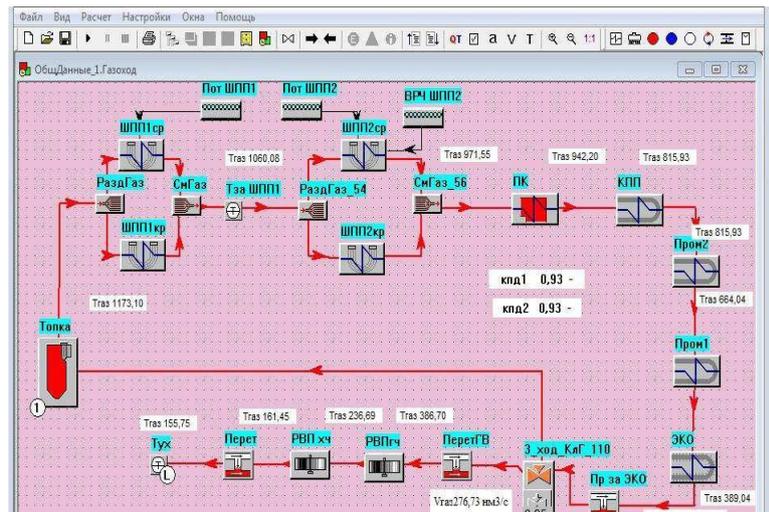


Рис.3. Графический интерфейс программного комплекса Boiler Design (газовый тракт)

Поэтому в результате выполнения курсового проекта возникла необходимость разработки собственного программного комплекса VC (Verification Calculation), позволяющего выполнять расчеты показателей экономичности работы парового котла. Программный комплекс VC разработан на базе пакета Microsoft Excel, который помогает ускорить процесс обработки большого количества данных с более точными результатами, которые всегда можно отследить на том или ином этапе выполнения расчетов.

Задачей курсового проекта является изучение методики расчета парового котла, что

напрямую закрепляет знания процессов, протекающих в поверхностях нагрева котельных агрегатов. Данный вид расчета выполняется для существующей конструкции и компоновки парового котла с целью определения показателей экономичности и надежности его работы, например, при переводе котельного агрегата на другое топливо, при изменении характеристик топлива, паропроводительности или других параметров пара, а также после реконструкции котла.

В качестве исходных данных выступают режимные параметры, характеристики топлива, распределения присосов воздуха по поверхностям нагрева, а также конструктивные и геометрические характеристики топочной камеры, поверхностей нагрева и газоходов котла.

Алгоритм расчета η_c в основном базируется на нормативных методах теплового расчета котла¹. Расчетный алгоритм программного комплекса можно разделить на блоки, а именно, расчет показателей эффективности работы парового котла, расчет теплообмена в топочной камере, а также расчет радиационных, полурадиационных и конвективных поверхностей нагрева.

Тепловой расчет комплекса поверхностей нагрева парового котла производится на основе применения аналитических методов и теории подобия к процессам теплообмена. При этом учитываются все сложности процессов: сочетание различных видов теплоотдачи от газового потока, присутствие твердых примесей в дымовых газах, сложный характер омывания поверхностей, наличие внутренних и наружных загрязнений, особенности формы поверхности нагрева.

Одной из основных задач при выполнении поверочного расчета поверхностей нагрева является решение системы нелинейных алгебраических балансовых уравнений. При этом, как правило, используют метод последовательных приближений (метод Ньютона), т. е. предварительно задаются значениями неизвестных величин. Данный метод реализован в разрабатываемом комплексе. В качестве режимных параметров, которые впоследствии можно корректировать, являются: температуры перегретого пара, горячего воздуха и уходящих газов (рис. 4). При поверочном расчете поверхностей нагрева котельных агрегатов из четырех характерных температур газового потока и нагре-

№	Наименование параметра	Символ	Единица	Метод расчета	Значение
6	Живое сечение прохождения воздуха	F_B	m^2	По конструктивным характеристикам	13,5
7	Поверхность нагрева	H	m^2	По конструктивным характеристикам	9730
8	Температура уходящих газов	θ_{yx}''	$^{\circ}C$	Таблица 1	144
9	Энтальпия уходящих газов	I_{yx}''	kJ/kg	Таблица 4	1306,74
10	Температура газов на входе в ВЭП	θ'	$^{\circ}C$	Принимается	250 300
11	Энтальпия газов на входе в ВЭП	I_{yx}'	kJ/kg	Таблица 4	2255,11 2720,94
12	Температура холодного воздуха после калорифера	t'	$^{\circ}C$	Принимается	50
13	Энтальпия холодного воздуха после калорифера	$I_{xв}'$	kJ/kg	Таблица 4	282,51
14	Тепловосприятие	Q_6	kJ/kg	$\varphi \cdot (I_{гп}'' - I_{гп}' + \Delta\alpha_{зсп} \cdot I_{гп}'^0)$	947,73 1410,77
15	Присос воздуха в топку	$\Delta\alpha_T$	-	Таблица 17 (Норм.метод)	0,05
16	Присос воздуха в пылесистему	$\Delta\alpha_{пл}$	-	Таблица 17 (Норм.метод)	0,1
17	Отношение количества горячего воздуха к теоретически необходимому	$\beta_{гв}$	-	$\alpha_T - \Delta\alpha_T - \Delta\alpha_{пл}$	1,05
18	Коэффициент избытка воздуха на выходе из ВЭП	$\beta_{гп}''$	-	$\beta_{гв} + \Delta\alpha_{зсп}$	1,08
19	Энтальпия горячего воздуха на выходе из ступени	$I_{гв}''$	kJ/kg	$\frac{Q_6}{\beta_{гп}'' + \frac{\Delta\alpha_{зсп}}{2}} + I_{xв}'$	1148,02 1570,88
20	Температура горячего воздуха на выходе из ступени	t''	$^{\circ}C$	Таблица 4	201,83 274,82

Рис.4. Корректируемые параметры рассчитываемого котельного агрегата в программном комплексе VC

¹Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод). 3-изд., перераб. и доп. СПб.: НПО ЦКТИ, 1998. 257 с.

ваемой среды, как правило, известны только две, благодаря расчету предыдущей поверхности нагрева.

Предварительно задавшись недостающими значениями температур газов и рабочей среды на выходе из поверхности нагрева, выполняется расчет коэффициента теплоотдачи и средне логарифмического температурного напора. При подстановке полученных значений решается система балансовых уравнений методом простых итераций.

Завершающим этапом расчетных исследований является проверка распределения тепловосприятости путем определения величины навязки теплового баланса котельного агрегата.

При дальнейших исследованиях влияния характеристик топлив на эффективность работы поверхностей нагрева котельных агрегатов программный комплекс VC был дополнен расчетами индексов загрязнения и шлакования топочной камеры. Известно, что для оценки шлакующих и загрязняющих свойств углей существуют различные критерии и показатели как зарубежных, так и отечественных исследователей [5–10].

В данной работе использовались показатели, которые учитывают температурные условия начала образования шлаковых отложений и склонность угля к формированию различных отложений, разработанных ВТИ (Всероссийским теплотехническим институтом). В исследованиях и разработках УралВТИ (Уральской теплотехнической лаборатории) эти показатели были дополнены и детализированы [6, 7].

Согласно исследованиям, представленным в [6, 7], оценка показателей шлакующих свойств энергетических топлив следует выполнять по следующим показателям:

- склонность топлива к образованию железистых отложений на топочных экранах (Fe-отл.);
- склонность топлива к шлакованию топочных экранов (ТЭ-шл.),
- склонность топлива к шлакованию полурadiационных (ширмовых) поверхностей нагрева (ШП-шл.),
- максимальнодопустимая температура

газов на выходе из топки;

- температура начала шлакования;
- склонность топлива к образованию сульфатно-кальциевых отложений (Ca-отл.) в конвективных поверхностях нагрева;
- склонности топлива к образованию отложений на базе активных щелочей (Na-отл.);
- комбинированный индекс склонности к шлакованию топки Rst.

Значения показателей шлакующих и загрязняющих свойств зависят от физико-химических характеристик топлива и его минеральной части, а также от режима сжигания топлива в котельном агрегате. Склонность к образованию отложений и шлакованию поверхностей нагрева возрастает по мере увеличения значений безразмерных показателей и снижения температуры шлакования. Расчетные формулы рейтинговых показателей шлакующих и загрязняющих параметров углей подробно изложены в [7, 8].

В заключение стоит отметить, что формирование и совершенствование информационных технологий является одним из основных направлений в процессе образования. Разработка программных продуктов при многовариантных расчетных исследованиях повышает качество получаемых результатов. Поверочный тепловой расчет котельного агрегата является достаточно трудоемким и громоздким вычислительным процессом и иногда страдает достоверность получаемых результатов из-за многочисленных пересчетов. Поэтому в результате выполнения курсового проекта для достижения более точных расчетов в качестве вспомогательного средства был разработан программный комплекс, который помогает выполнить расчеты показателей работы парового котла, поверхностей нагрева и топочной камеры парового котла. Однако необходимо отметить, что при курсовом проектировании тепловой расчет котла следует выполнять «вручную», т. к. только такой расчет позволит освоить его методику, а программный комплекс использовать только в качестве вспомогательной программы для выполнения многовариантных расчетов.

Список источников

1. Вербовецкий Э.Х., Майданик М.Н. Компьютерная программа экспертной оценки влияния качества топлива на технико-экономические показатели оборудования пылеугольных станций // Энергетик. 2004. № 1. С. 15–17.
2. Тюрина Э.А., Медников А.С. Цифровая модель износа конвективных поверхностей теплообмена пылеугольного котла // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2022. Т. 333. № 4. С. 141–150. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-model-iznosa-konvektivnyh-poverhnostey-teploobmena-pyleugolnogo-kotla/viewer> (10.06.2023).

3. Белый В.В., Порозов С.В., Васильев В.В., Дектерев А.А., Тэпфер Е.С. Исследование теплообмена и модернизация топочной камеры котла П-67 блока 800 МВт // Теплофизика и аэромеханика, 2007, Т. 14, № 2. С. 299–312. [Электронный ресурс]. URL: <https://research.sfu-kras.ru/publications/publication/250981661-444173318?ysclid=llq0ygpbbbo242605054> (06.06.2023).
4. Коржаневская Е.В., Сушко С.Н. Модель теплообмена в топочной камере // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири: материалы. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Иркутск, 19–22 апреля 2022 г.). Иркутск: ИРНТУ, 2022. С. 162–165.
5. Коваль Т.В., Кудряшов А.Н. Оценка шлакующих и загрязняющих свойств углей, сжигаемых на тепловой электроцентраль ПАО «Иркутскэнерго» // *iPolytech Journal*. 2020. № 24(3). С. 639–648. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.21285/1814-3520-2020-3-639-648> (15.06.2023).
6. Алехнович А.Н. Экспертная оценка и прогнозирование шлакующих свойств углей // Электрические станции. 2015. № 8. С. 7–17. [Электронный ресурс]. URL: <http://elst.energy-journals.ru/index.php/elst/article/view/173> (07.06.2023).
7. Алехнович А.Н. Характеристики и свойства энергетических углей. Челябинск: Цицеро, 2012. 549 с.
8. Коваль Т.В., Кудряшов А.Н., Кошкарёв П.А. Оценка шлакующих и загрязняющих свойств углей // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири: материалы. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Иркутск, 24–28 апреля 2018 г.). Иркутск: ИРНТУ, 2018. С. 168–171.
9. Коваль Т.В., Филиппова Н.В. Анализ оценки шлакующих и загрязняющих свойств топлив с применением информационных технологий // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири: материалы. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Иркутск, 19–23 апреля 2023 г.). Иркутск: ИРНТУ, 2023. С. 201–205.
10. Бойко Е.А., Загородний И.В. Комплексное исследование интенсивности шлакования поверхностей нагрева котлоагрегата при сжигании непроектных топлив // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2020. Т. 22. № 6. С. 101–116. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnoe-issledovanie-intensivnosti-shlakovaniya-poverhnostey-nagreva-kotloagregata-pri-szhiganii-neproektnyh-topliv/viewer> (12.06.2023).

Информация об авторах / Information about the Authors**Филиппова Надежда Владиславовна**

студент,
Институт энергетики,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
nadezhda_filippova_2000@mail.ru

Nadezhda V. Filippova,

Student,
Energy Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
nadezhda_filippova_2000@mail.ru

Коваль Татьяна Валерьевна,

к.т.н., доцент,
Институт энергетики,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
kovaltv@istu.edu

Tatyana V. Koval,

Cand.Sci. (Technics), Associate Professor,
Energy Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
kovaltv@istu.edu

Совершенствование методики обработки базы экспериментальных данных полученных на городской автобусной маршрутной сети

© А.С. Буторина, Д.С. Минкевич, С.А. Яценко

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Для эффективного управления пассажирским транспортом необходимо иметь достоверные данные о пассажиропотоках. Их сбор и обработка – сложный и ответственный процесс, который зависит не только от инструментальной базы, но и от человеческого фактора. Исследователи Иркутского национального исследовательского технического университета провели суточное обследование пассажиропотоков в Иркутске глазомерным способом. В ходе работы было выявлено несколько ключевых моментов, влияющих на их достоверность. Первое, что следует отметить, необходимость полноценного инструктажа участников обследования и проведения оценки остановочного пункта на местности, чтобы участники смогли адаптироваться к рабочим условиям. Это позволит избежать ошибок и повысить качество исходных данных. Вторым моментом является контроль за внесенными данными и устранение обнаруженных ошибок, при этом важно обращать внимание на ошибки, связанные с записью исследуемых первичных данных по маршрутам. Третий момент – человеческий фактор. Наличие субъективной погрешности может быть связано с квалификацией, опытом и индивидуальными особенностями конкретного исследователя. Для уменьшения погрешности следует установить четко определенную ответственность каждого участника обследования и проверять внесенные данные. Проведенное обследование пассажиропотоков в Иркутске помогло разработать алгоритм исследований, который позволит в дальнейшем проводить качественные и достоверные исследования в части повышения эффективности организации и управления на пассажирском транспорте.

Ключевые слова: пассажирский транспорт, вместимость, подвижной состав, транспортное средство, исследования пассажиропотоков, пассажиропоток, городской маршрут

Improving the methodology for processing the experimental data base of the city bus route network

© Anna S. Butorina, Daria S. Minkevich, Svetlana A. Yatsenko

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. For effective management of passenger transport, it is necessary to have reliable data on passenger flows. Their collection and processing is a complex and responsible process, which depends not only on the instrumental base, but also on the human factor. Researchers from the Irkutsk National Research Technical University conducted a daily survey of passenger traffic in Irkutsk by eye. In the course of the work, several key points were identified that affect their reliability. The first thing to note is the need for a full briefing of the participants in the survey and evaluation of the stopping point on the ground so that the participants can adapt to the working conditions. This will avoid errors and improve the quality of the source data. The second point is the control over the entered data and the elimination of detected errors, while it is important to pay attention to errors associated with recording the primary data under investigation along the routes. The third point is the human factor. The presence of subjective error may be associated with the qualifications, experience and individual characteristics of a particular researcher. To reduce bias, the responsibilities of each participant in the survey should be clearly defined and the data entered should be verified. The conducted survey of passenger traffic in Irkutsk helped to develop a research algorithm that will allow further high-quality and reliable research in terms of improving the efficiency of organization and management in passenger transport.

Keywords: passenger transport, capacity, rolling stock, vehicle, passenger traffic studies, passenger traffic, urban route

В условиях современной экономики, пассажирские транспортные предприятия вынуждены оптимизировать организацию перевозок на маршрутах для сокращения издержек и повышения производительности своего подвижного состава, учитывая при этом необходимость обеспечения заданного качества перевозки пассажиров. Для достижения этой цели прово-

дятся различные исследования в этой области. Налоговая нагрузка на муниципальные предприятия значительно превосходит налоговые платежи частных предприятий из-за различия в системе налогообложения. Это вынуждает перевозчиков к сокращению расходов, включая расходы на содержание производственно-технической базы и персонала. Из-за желания получения большей прибыли, некоторые частные перевозчики нарушают действующее законодательство и технические требования, что ведет к дестабилизации работы на маршрутах и несправедливой конкуренции. В результате рентабельность всех перевозчиков снижается, что требует повышенного контроля со стороны городских органов власти, особенно в части получения корректных данных с маршрутной сети общественного пассажирского транспорта.

Цель исследования

Совершенствование методики обработки базы экспериментальных данных, полученных на городской автобусной маршрутной сети.

Материалы и методы исследования

Натурные обследования технико-эксплуатационных показателей городской автобусной маршрутной сети г. Иркутска.

Для совершенствования методики обработки базы экспериментальных данных автобусной маршрутной сети города необходимо получить и проанализировать исходные статистические данные. В частности класс и количество используемых транспортных средств, предоставленные пассажироместа, интервал движения и другие факторы, влияющие на качество предоставления транспортных услуг [1]. Для сбора этих данных было проведено суточное транспортное обследование на специально отобранных остановочных пунктах, через которые проходят наибольшее количество городских автобусных маршрутов (остановки «Трилисера» и «Художественный музей» в г. Иркутске). Эти точки были выбраны при анализе пассажирообразующих и пассажиропоглащающих объектов тяготения в городе.

При обследовании пассажиропотоков и транспортной доступности населения городов используются различные методы, такие как анкетный, талонный, табличный и визуальный [2, 3]. В г. Иркутске при проведении транспортного обследования были применены табличный и визуальный методы. Визуальный (глазомерный) метод основывается на оценке наполняемо-

сти транспорта и мощности пассажиропотока на напряженных участках каждого маршрута в определенные дни недели и часы суток. Он позволяет получить оперативные данные о загруженности подвижного состава [4].

В данном исследовании учетчики на остановках проводили визуальную (глазомерную) оценку использования вместимости транспортных средств, фиксируя количество входящих и выходящих пассажиров. Для этого использовалась балльная шкала и «силуэтная» форма глазомерного обследования. Табличный метод обследования позволял учитывать в специальных таблицах пассажиров, информацию о количестве перевезенных пассажиров, использования вместимости транспортных средств, направление мощности пассажиропотоков и другие показатели [5]. Кроме этого, учитывались различные параметры маршрута, включая его номер, время прибытия на остановку, госномер транспортного средства, марку автобуса, количество пассажиров в баллах и тариф на маршруте. Чтобы наилучшим образом обработать и проанализировать экспериментальные данные, было принято решение объединить всю полученную статистику в единую базу данных используя возможности Microsoft Excel (рис. 1).

После создания и анализа суточной базы данных был выявлен ряд проблем в отношении количества рейсов различных маршрутов, государственных регистрационных номеров транспортных средств, формата времени и временных интервалов между транспортными средствами на одном маршруте. Причиной этих ошибок стал человеческий фактор. Счетчики часто, из-за спешки, неправильно указывали государственные номера транспортных средств (ошибки в буквах или цифрах) или номера маршрутов, которым соответствующие транспортные средства не принадлежат.

Поскольку точность исследований напрямую зависит от достоверности исходных данных, было решено пересмотреть и скорректировать их. Для уменьшения погрешностей в процессе транспортного обследования были поставлены следующие корректировочные задачи:

проверить неповторяющиеся транспортные средства в суточной базе данных;

найти и проанализировать ошибочные государственные номера транспортных средств и номера маршрутов;

	A	B	C	D	E	F	G
1	№ п/п	Номер маршрута	Время прибытия	Гос.номер	Марка автобуса	Наполнение (1-5 баллов)	Тариф
2	67	3	7:05	т826ее138	Kia Cosmos	2	30
3	78	3	7:11	к300рв38	DAEWOO BS 106	3	30
4	101	3	7:21	м173вт138	ZHONG TONG LCK	3	30
5	117	3	7:29	а408ун38	HYUNDAI AEROCITY	3	30
6	140	3	7:41	н919ек138	ЧЖУНТУН LCK6103G2	2	30
7	170	3	7:58	н963ек138	Daewoo BS	4	30
8	197	3	8:10	р986хх38	DAEWOO BS090	3	30
9	204	3	8:13	е980нт138	DAEWOO BS106	4	30
10	210	3	8:15	т235ен138	Daewoo BS	2	30
11	227	3	8:23	р986хх38	DAEWOO BS090	2	30
12	246	3	8:31	т235ен138	ЧЖУНТУН LCK6103G2	3	30
13	277	3	8:42	у432ех138	DAEWOO BS090	4	30
14	288	3	8:45	у893вх138	HYUNDAI AERO CITY	2	30
15	296	3	8:49	р892хх38	Daewoo BS	2	30
16	301	3	8:51	м292хв38	HYUNDAI GLOBAL 900	2	30
17	386	3	9:19	в397сс124	ЛИАЗ 5293	1	30
18	396	3	9:22	а607тх38	HYUNDAI AEROCITY	1	30
19	427	3	9:32	у348тс38	DAEWOO BS 106	1	30
20	459	3	9:42	т826ее138	Kia Cosmos	2	30
21	488	3	9:51	к300рв38	DAEWOO BS 106	2	30
22	518	3	10:03	м173вт138	ZHONG TONG LCK	2	30
23	546	3	10:14	а408ун38	HYUNDAI AEROCITY	3	30
24	572	3	10:24	н919ек138	ЧЖУНТУН LCK6103G2	1	30
25	604	3	10:35	р986хх38	DAEWOO BS090	1	30
26	622	3	10:43	е980нт138	DAEWOO BS106	1	30
27	630	3	10:47	т235ен138	Daewoo BS	1	30

Рис. 1. Фрагмент суточной базы данных полученных на остановочных пунктах в г. Иркутске

получить итоговую достоверную суточную базу данных по маршрутам г. Иркутска.

Особое внимание при корректировке исходных данных было уделено государственным номерам транспортных средств, поскольку ошибки в их записи могли привести к увеличению числа подвижного состава на маршрутах. Для точного подсчета парка подвижного состава используются только уникальные государственные номера, которые должны быть отредактированы для каждого маршрута, чтобы получить достоверные данные обследований. При проведении обследований глазомерным способом и снижении вероятности допущения ошибок в перспективе, в исходных базах экспериментальных обследований пассажиропотоков можно использовать алгоритм, приведенный ниже [6, 7].

Рассмотрим вопрос корректировки исходных баз данных на примере типичного радиального маршрута № 7 в г. Иркутске, который соединяет спальный район Первомайский с центром города.

Шаг 1

После внесения исходных данных, полученных на остановочных пунктах, в таблицу в Excel, необходимо провести следующие операции. Выделим столбец В «Номер маршрута» и стол-

бец А «№ п/п». Скопируем их и вставим справа от исходной таблицы в диапазон ячеек K:L. Это позволит редактировать выбранный маршрут в базе данных, не затрагивая другие столбцы, которые должны остаться без изменений (рис. 2).

Шаг 2

Затем необходимо выделить данные, которые были ранее вставлены в столбцы K:L, и отсортировать их по алфавиту. Для этого следует выбрать на панели инструментов инструмент «Сортировка и фильтр». После этого в выпадающем списке следует выбрать пункт «Настраиваемая сортировка» (рис. 3).

Шаг 3

Когда указанные действия будут выполнены, на рабочем поле документа появится диалоговое окно, в котором нужно задать параметры, изображенные на рис. 3. В разделе «Столбец» следует выбрать опцию «Сортировать по столбцу L», затем указать «Значения ячеек» для сортировки и порядок «От А до Я» (рис. 3).

Шаг 4

После проведения сортировки в программе Excel выбранные ячейки будут автоматически выстроены в алфавитном порядке. Такой способ корректировки государственных номеров является наиболее удобным, поскольку в процессе сортировки можно обнаружить все ошибки

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
213	1758	4	0:00	н886вм138	MERCEDES-BENZ 223237	1						
214	1769	4	0:00	к868хо174	н/о	1						
215	1778	4	0:00	н886вм138	MERCEDES-BENZ 223237	1						
216	163	7	7:58	о875хн38	ASIA COSMOS AM 818	5	30				163	о875хн38
217	240	7	8:38	е324ам138	АЗИЯ COSMOS AM818	3	25/30				240	е324ам138
218	451	7	10:30	о875хн38	KIA COSMOS	1	25/30				451	о875хн38
219	455	7	12:47	о609хн38	ASIA COSMOS AM 818	1	25/30				455	о609хн38
220	515	7	14:51	е324ам138	АЗИЯ COSMOS AM818	1	25/30				515	е324ам138
221	623	7	11:56	о875хн38	Kia Cosmos	1	30				623	о875хн38
222	650	7	13:34	о609хн38	Asia Cosmos AM818AW-D	2	30				650	о609хн38
223	676	7	15:00	е604хх38	Asia Cosmos AM818AW-D	2	25				676	е604хх38
224	786	7	16:34	е324ам138	ASIA COSMOS AM818	1					786	е324ам138
225	826	7	18:33	с875хн138	MERCEDES-BENZ 223236	1					826	с875хн138
226	887	7	21:31	е604хх38	Daewoo BS	2	25				887	е604хх38
227	937	7	8:16	о609хн38	ASIA COSMOS AM 818	1	25				937	о609хн38
228	1039	7	10:05	о875хн38	Daewoo BS	1	30				1039	о875хн38
229	1061	7	11:41	е324ам138	ASIA	1					1061	е324ам138
230	1081	7	13:55	е604хх38	Asia	1					1081	е604хх38
231	1159	7	17:33	о631вн138	HYUNDAI AEROCITY	1					1159	о631вн138
232	1226	7	7:58	о875хн38	Daewoo BS	1	30				1226	о875хн38
233	1277	7	10:03	е604хх38	Daewoo BS	2	30				1277	е604хх38
234	1416	7	11:27	о609хн38	ASIA COSMOS AM 818	1	30				1416	о609хн38
235	1448	7	13:06	о875хн38	KIA COSMOS	1	30				1448	о875хн38
236	1537	7	14:40	е604хх38	ASIA COSMOS AM818AW-D	3	30				1537	е604хх38
237	199	7	16:11	о609хн38		5	30				199	о609хн38
238	1771	7	17:47	е604хх38	ASIA COSMOS AM818AW-D	1					1771	е604хх38

Рис. 2. Первый шаг алгоритма корректировки базы экспериментальных данных

в записи номеров, включая неверные буквы и цифры, рис. 4 демонстрирует пример сортировки государственных номеров.

Было замечено, что номера «О875ХН38» и «С875ХН138» на самом деле являются одним и тем же номером, записанным с ошибкой (при условии, что каждый номер не повторяется на маршруте).

Для обеспечения точности исправления государственного номера необходимо убедиться в том, что номер «С875ХН138» не существует или он принадлежит не автобусу, а другому транспортному средству, например, легковому автомобилю. Чтобы проверить это, можно воспользоваться поиском на сайте «Номерограмм» [8].

Обнаружено, что государственный

номер «С875ХН138» не существует, поэтому рекомендуется изменить его в базе данных на похожий «О875ХИ38» (рис. 4).

После внесения изменений, количество транспортных средств подвижного состава на исследуемом маршруте № 7 уменьшилось на одно. При условии, что в цене госконтракта на перевозки пассажиров, цена закупки каждого автобуса очень весома, изменение этого количества может существенно снизить затраты в бюджете муниципалитетов. Возможны и другие неточности на маршрутах с большим количеством рейсов за день, которые также могут быть исправлены для более достоверного определения количества транспортных средств на маршрутах.

После исправления ошибок в записи

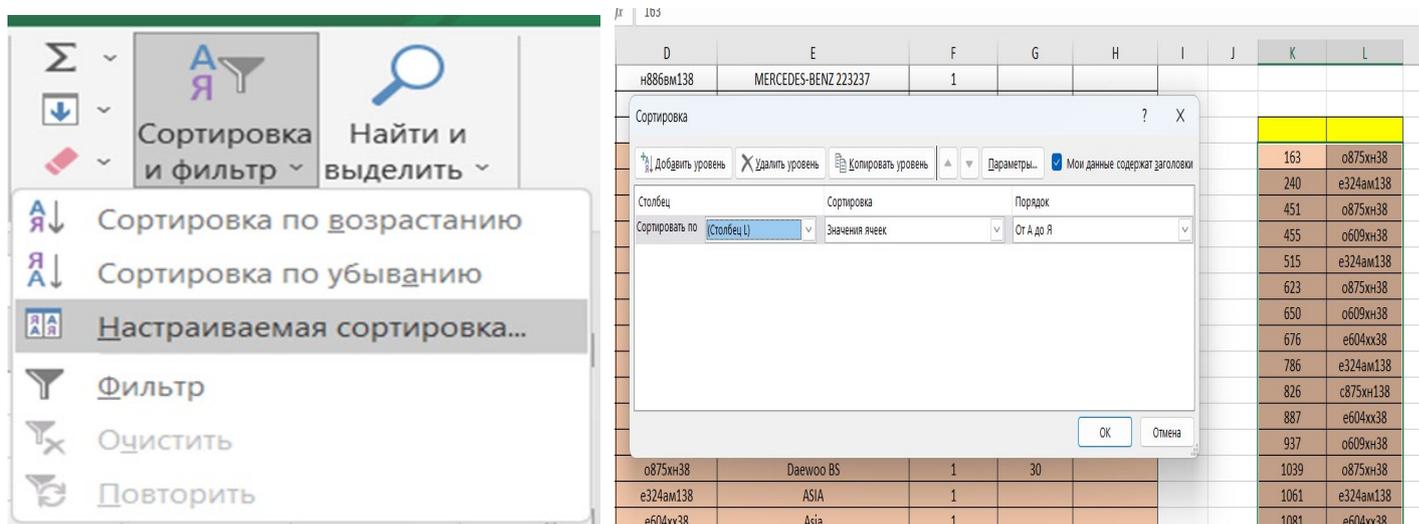


Рис. 3. Шаг два и три алгоритма корректировки базы экспериментальных данных

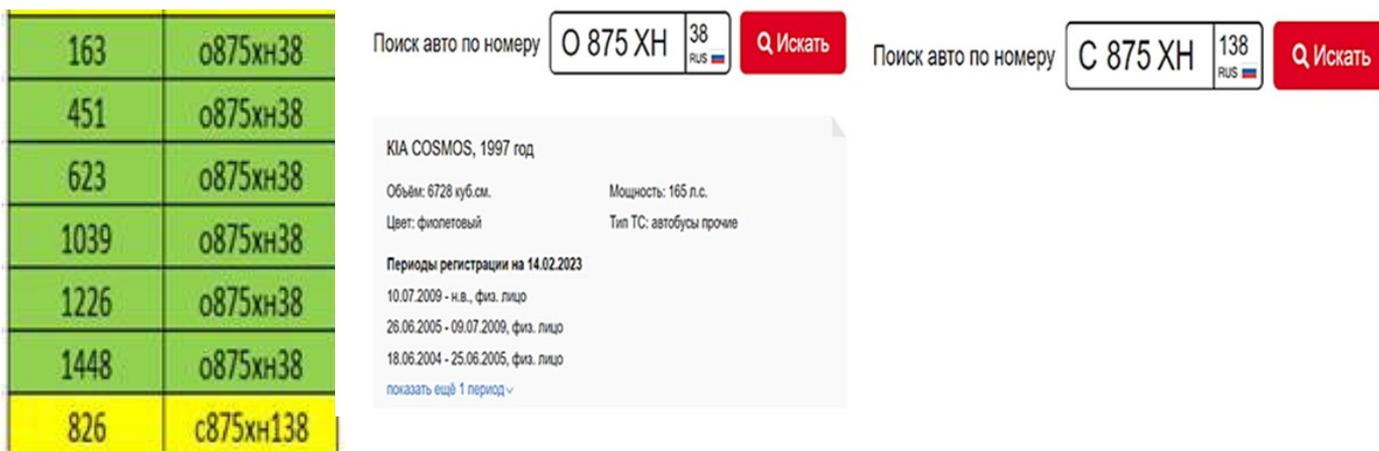


Рис. 4. Выявление ошибочных номеров и проверка транспортного средства по госномеру

госномеров выявилась еще одна неточность – отсутствие на маршруте № 7 еще одного автобуса «О631ВН138» (рис. 7). Этот номер за сутки сделал только половину оборота, из чего можно сделать вывод, что данный автобус был внесен ошибочно и не относится к маршруту № 7. Таким образом, необходимо вычислить все автобусы, которые не повторяются и занесены в базу данных ошибочно по всем обследованным маршрутам.

Шаг 5

После шага 4 и изменения госномера, записанного с погрешностью, с помощью фильтра и поиска выявилось еще одно транспортное средство, которое также ошибочно занесено в базу (желтое поле) – «О631ВН138» (рис. 5).

Важно отметить, что на шаге пять было найдено шесть одинаковых госномеров. Для определения маршрута, к которому они принадлежат, нужно выделить несколько из них и проанализировать соответствующую информацию.

Шаг 6

Принадлежность искомого госномера к дру-

гому маршруту можно установить из первой страницы базы данных. Анализ показал, что номер «О631ВН138» относится к маршруту № 80. Следовательно, на маршруте № 7 число транспортных средств уменьшилось на одно, а на № 80 – увеличилось (рис. 6).

После выполненных действий требуется только изменить номер маршрута, связанный с государственным номером «О631ВН138» и выделить соответствующую ячейку желтым цветом, чтобы показать внесенные изменения.

После корректировки базы данных транспортного обследования было обнаружено около 100 значений, требующих корректировки для каждого остановочного пункта. Всего за сутки обследования было добавлено около 1800 записей для каждого остановочного пункта. Процентное соотношение некорректных значений к числу достоверных значений госномеров в исходной базе данных составило 5,6 %. Такую долю ошибок можно исправить с помощью разработанного алгоритма корректировки.

Согласно полученным результатам, можно сделать следующие выводы:

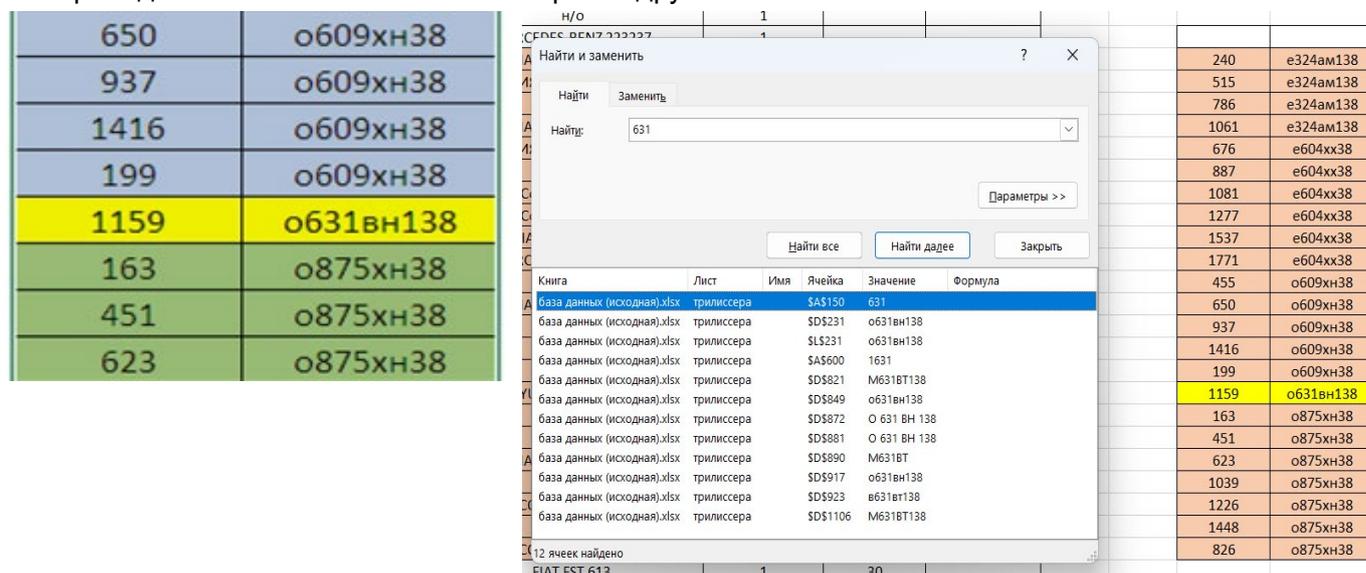


Рис. 5. Корректировка ошибок на пятом шаге алгоритма

Инструктаж. При обследовании суточных пассажиропотоков глазомерным способом с помощью счетчиков необходимо проводить полноценный инструктаж, а также провести оценку остановочного пункта на местности за 1–2 дня до начала исследования. Это решение значительно уменьшит количество ошибок и позволит участникам транспортного обследования адаптироваться к рабочим условиям [8];

Ошибки. В случае обнаружения значительного количества ошибочных данных в результатах

848	816	80	0:00	т321ен138	229	1061	7	11:41	о875хн38
849	821	80	0:00	о631вн138	230	1081	7	13:55	е324ам138
850	831	80	0:00	о470вк138	231	1159	7	17:33	е604хх38
					232	1226	80	7:58	о631вн138
					233	1277	7	10:03	о875хн38
					234	1416	7	11:27	е604хх38
					235	1448	7	13:06	о609хн38

Рис. 6. Принадлежность искомого номера к другому маршруту

исследования необходимо предпринять следующие меры:

принять решение о корректировке исходных данных и равномерно распределять ответственность между участниками транспортного обследования за исправление данных. При этом надо убедиться, что каждый участник понимает алгоритм и процесс выполнения работы. Предпринятые действия должны положительным образом отразиться на достоверности исходных данных в последующих обследованиях;

выделять в базе данных исправленные данные для удобства и наглядности;

обратить внимание исследователей на то, что важно четко записывать исследуемые первичные данные по маршрутам, такие как «госномер транспортного средства» и «номер маршрута». Иногда они могут путаться между собой, что приводит к ошибкам. В данном случае необходимо уделить особое внимание номерам маршрутов, содержащим кириллицу. В процессе корректировки данных следует проверить и исправить эту ошибку. Например, в проведенном исследовании одной из таких ошибок являлись маршруты № 16, № 16к, № 16с. Они

дублируют друг друга и наличие кириллицы в номере маршрута не всегда обращало на себя внимание исследователей. При корректировке данных этот факт был более заметен и соответственно исправлен;

– необходимо контролировать внесенные исправления, чтобы минимизировать количество ошибок в базе данных.

Человеческий фактор. Стоит отметить, что при проведении обследований существует субъективная погрешность, вызванная так назы-

ваемым «человеческим фактором». Это означает, что результат обследования зависит от работы и индивидуальных особенностей конкретного исследователя, который выполняет работу и обрабатывает полученные данные. Результат работы конкретного человека зависит от различных факторов, таких как его квалификация, опыт, отношение к процессу обследования и способности воспринимать информацию [9, 10]. Для уменьшения погрешности можно также четко определить ответственность каждого участника обследования и проверять внесенные данные;

Проведенное суточное обследование пассажиропотоков в г. Иркутске глазомерным способом позволило разработать алгоритм исследований как на этапе подготовки к нему, так и на этапе обработки статистических данных. Это позволит в дальнейших исследованиях, которые проводит Иркутский национальный исследовательский технический университет в части повышения эффективности организации и управления на пассажирском транспорте, проводить их качественно и достоверно, несмотря на стохастическую величину пассажиропотоков в крупном городе.

Список источников

- Абарышев В.А., Кожевникова А.И. Правовое регулирование договора перевозки автомобильным транспортом по законодательству Российской Федерации // Вестник науки. 2022. Т. 4. № 2(47). С. 66–71. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravovoe-regulirovanie-dogovora-perevozki-avtomobilnym-transportom-po-zakonodatelstvu-rossiyskoy-federatsii/viewer> (19.06.2023).
- Левашев А.Г., Михайлов А.Ю., Шаров М.И. К вопросу об оценке качества транспортного обслуживания в городах // Современные проблемы транспортного комплекса России. 2013. Т. 3. № 1. С. 16–23. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/>

article/n/k-voprosu-ob-otsenke-kachestva-transportnogo-obsluzhivaniya-v-gorodah/viewer (18.06.2023).

3. Ризванова М.И. Проблемы качества пассажирских перевозок автомобильным транспортом во внутригородском сообщении // NovaUm.Ru. 2017. № 6. С. 35–40. [Электронный ресурс]. URL: <http://novaum.ru/public/p201?ysclid=implyshoe2676653577> (28.06.2023).

4. Шаров М.И., Михайлов А.Ю. Оценка надежности функционирования городского общественного транспорта в городах Российской Федерации // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2019. Т. 16. № 3(67). С. 302–311. [Электронный ресурс]. URL: <https://publications.hse.ru/articles/486575713?ysclid=impm0wulxj193293534> (25.06.2023).

5. Закс Л. Статистическое оценивание / пер. с нем. В.Н. Варыгина. М.: Статистика, 1976. 598 с.

6. Ваксман С.А., Швец В.Я. Надежность прогнозирования транспортных систем городов // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов. Тез. докл. III Свердловской конф. (г. Свердловск, 13–15 июня 1990 г.). Свердловск, 1990. С. 18–20.

7. Дорошенко Р.О., Путин А.А., Подходы к организации и развитию городского пассажирского транспорта общего пользования на примере г. Перми // Автотранспортное предприятие. 2011. № 5. С. 20–23.

8. Папаскуа А.А., Мякишев В.С., Павленко В.М. Обзор математических методов выбора потребителями видов городского пассажирского транспорта // Актуальные вопросы автомобильного транспорта (Ават-2022): сб. статей Всерос. науч.-практ. конф. (г. Барнаул, 15–16 декабря 2022 г.). Барнаул: 2022. С. 115–119.

9. Батуев А.Р., Богданов В.Н., Галес Д.А., Шахеров В.П., Башалханова Л.Б., Белозерцева И.А. [и др.] Атлас развития Иркутска. Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук, 2011. 131 с.

10. Михайлов А.Ю., Копылова Т.А. Система критериев оценки транспортно-пересадочных узлов // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 7(102). С. 168–174. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-kriteriev-otsenki-transportno-peresadochnyh-uzlov/viewer> (20.06.2023).

Информация об авторах / Information about the Authors

Буторина Анна Степановна

студент,
Институт авиационного строительства и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
butorina_anya@bk.ru

Минкевич Дарья Сергеевна

студент,
Институт авиационного строительства и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
dsh.mnkvch2@gmail.com

Яценко Светлана Анатольевна,

к.т.н.,
доцент кафедры автомобильного транспорта
Институт авиационного строительства и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
s.a.yatcenko@gmail.com

Anna S. Butorina

Student,
Aircraft Engineering and Transport Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
butorina_anya@bk.ru

Daria S. Minkevich

Student,
Aircraft Engineering and Transport Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
dsh.mnkvch2@gmail.com

Svetlana A. Yatsenko,

Cand. Sci. (Technics),
Associate Professor, Department of Road Transport,
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83, Lermontov St., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
s.a.yatcenko@gmail.com

Актуальность малоэтажной многоквартирной застройки на рельефе в Иркутской области

© В.А. Богомазова

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлено развитие населенных пунктов преимущественно на равнинной местности в Иркутской области. Отмечается, что не перестает пользоваться популярностью малоэтажное строительство. Указано на отсутствие застройки территорий с активным рельефом в населенных пунктах области многоквартирными домами, в том числе террасного типа, а также приводятся причины возникновения данного явления. Определяется актуальность малоэтажной многоквартирной застройки на рельефе в области с помощью анализа географии местности, выявления необходимости освоения рельефных территорий, перехода к вертикальной структуре для развития населенных пунктов и дальнейших перспектив. Внедрение данной застройки территорий с активным рельефом в строительный опыт Иркутской области может привести к решению экологических проблем Байкала и других водных объектов области. В статье также перечисляются и другие преимущества террасных многоквартирных домов, особенности проектирования на рельефе, связанные с дополнительными затратами при строительстве, обсуждается возможность данного строительства в Иркутской области на основе зарубежного опыта с учетом местных природно-климатических условий и сейсмичности. Несмотря на дорогостоящее строительство, востребованность малоэтажной многоквартирной застройки на рельефе в будущем неизбежна.

Ключевые слова: малоэтажная многоквартирная застройка, рельеф, террасные дома, Иркутская область, развитие населенных пунктов, вертикальная структура

The relevance of low-rise apartment buildings on the terrain in the Irkutsk region

© Valeria A. Bogomazova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. In the Irkutsk region, the development of settlements is traced mainly on flat terrain. Low-rise construction in the region does not cease to be popular. The article notes the lack of development of territories with active relief in the settlements of the region with apartment buildings, including terraced type, and also gives the reasons for the occurrence of this phenomenon. The relevance of low-rise apartment buildings on the relief in the region is determined by analyzing the geography of the terrain, identifying the need for the development of relief territories, the transition to a vertical structure for the development of settlements and further prospects. The introduction of this development of territories with active relief in the construction experience of the Irkutsk region can lead to the solution of environmental problems of Lake Baikal and other water bodies of the region. The article also lists other advantages of terraced apartment buildings, design features on the relief associated with additional costs during construction, discusses the possibility of this construction in the Irkutsk region based on foreign experience, taking into account local climatic conditions and seismicity. Despite the expensive construction, the demand for low-rise apartment buildings on the terrain in the future is inevitable.

Keywords: low-rise multi-apartment buildings, terrain, terraced houses, Irkutsk region, development of settlements, vertical structure

Введение

Сибирские поселения почти всегда зарождались в особых природных местах: преимущественно на реках и на легкодоступных территориях равнинного типа, обладающих значительными преимуществами с точки зрения строительной технологии. Такие территории позволяют осуществлять поточное строительство, облегчают перемещение

материалов, что создает условия для сокращения сроков строительства и позволяет избежать ряда трудностей. Именно малоэтажное строительство в последние годы остается достаточно популярным направлением домостроения в Иркутской области [1]. Однако обычные типы многоквартирных домов, созданные для строительства на равнинном рельефе, не годятся для застройки склонов, т.

к. привязка типовых проектов и инженерная подготовка склонов для размещения этих домов очень трудоемки и дороги. Особенности рельефа заставили создать специальный тип жилой застройки на склонах – жилые дома террасного типа[2].

В зарубежной архитектурной практике пользуется популярностью застройка территорий со сложным рельефом малоэтажными многоквартирными жилыми домами террасного типа, где кровлю нижнего блока используют в качестве террасы вышерасположенного. Террасные дома имеют такие положительные характеристики, как «возможность строительства на участках с уклонами более 15 % со сложными инженерно-геологическими условиями; высокая плотность жилого фонда; наличие террасы, повышающей комфортность; визуальная открытость. Террасная застройка позволяет преодолеть оторванность квартир от земли, гипертрофированность дворовых пространств, влияние на ветровой режим территории» [3].

Зрительное восприятие застройки на скло-

нах отличается от равнинного. Одновременно видна его полная панорама, и чем круче склон, тем она богаче. Отчетливо просматривается планировочный прием, и видна архитектура домов, поднимающихся друг над другом¹. Жилая застройка на сложном рельефе, активно участвующая в формировании пространственной композиции города, имеет большие потенциальные возможности в индивидуализации архитектурно-художественного облика городской застройки.

Наиболее детально проблема учета рельефа в проектных решениях разработана для условий теплого и, отчасти, умеренного климата [4]. Необходимо отметить полное отсутствие опыта такого строительства в Сибири в условиях холодного климата. Цель данной статьи – определить актуальность малоэтажной многоквартирной застройки на рельефе в Иркутской области и возможность строительства на основе зарубежного опыта.

Методы и обсуждение

В пределы территории Иркутской области на



Рис. 1. Схема территорий Иркутской области с активным рельефом

¹Лисициан М.В., Пашковский В. Л., Петунина З.В., Пронин Е.С., Федорова Н.В., Федяева Н.А. Архитектурное проектирование жилых зданий: А87 Учеб. для вузов. М.: Стройиздат, 1990. 488 с.

юго-западе входят горные массивы Восточного Саяна, на востоке – Приморский и Байкальский хребты, Становое и Патомское нагорья. Эмпирическим методом проведен анализ территорий Иркутской области с активным рельефом. Анализ показал, что территории Иркутской области с активным рельефом занимают около 30 % от общей площади области (рис. 1). Актуальность строительства малоэтажной многоквартирной застройки на рельефе в области может быть обусловлена необходимостью освоения территорий с активным рельефом в населенных пунктах. Южная часть области перспективна для развития туристско-рекреационного потенциала и сферы услуг, поскольку имеет соответствующую инфраструктуру и ресурсы. Что касается северной части территории региона, то наличие значительных природных ресурсов создает перспективу для интенсификации внедрения инновационных технологий в добывающую промышленность [5]. Рост городов в современных условиях закономерно приводит к тому, что все равнинные территории города заняты существующей жилой застройкой или другими видами землепользования, а рельефные остаются не освоенными. Устойчивая тенденция роста численности населения городов, но отсутствие возможности территориального увеличения границ предопределяет необходимость освоения рельефных территорий [6]. Данную тенденцию мы можем проследить на примере поселков Листвянка и Байкал, где наблюдается явная «зжатость» населенных пунктов и дальнейшее развитие должно быть направлено вверх по рельефу.

Также при освоении сложных рельефов решаются проблемы защиты окружающей среды, и складывается антропогенно-природный баланс при сохранении естественно сложившихся биоценозов на данной территории [7]. По прогнозам ученых, прибрежные территории (морей, океанов, рек и озер) к 2025 году станут местом проживания более половины мирового населения. При сохранении подобной тенденции и без внедрения градостроительных и правовых мер по ее урегулированию может возникнуть (и в некоторых местах уже возникает) риск истощения природных ресурсов прибрежных территорий [8]. Современное природно-экологическое состояние прибрежной

зоны свидетельствуют о серьезном антропогенном воздействии на озеро Байкал [9]. Таким образом, застройка территорий с активным рельефом малоэтажными домами может увеличить отдаляемость застройки от прибрежных линий Байкала и других водных объектов Иркутской области, тем самым благоприятно повлиять на экологию данных территорий. Также неотъемлемыми достоинствами данной застройки станут формирование уникальных панорам со стороны водных объектов, привлекательные виды с рельефа на эти водные объекты, новый выразительный облик улиц, привлекающий туристов, жителей и в последствии и инвесторов.

Еще одно преимущество террасной застройки состоит в том, что она позволяет повысить долю в жилой застройке так называемых домов на одну семью. Строительство индивидуальных домов на равнинной местности ведет к значительному территориальному «расползанию» поселений. При застройке склонов этого не происходит. Однако застройка на рельефе малоэтажными домами в Иркутской области встречается преимущественно домами усадебного типа². А при террасной застройке, когда квартиры частично расположены одна над другой, экономятся земля, энергия, используемая для отопления, и строительные материалы. Освобожденные плодородные земли в равнинах можно эффективно использовать для нужд сельского хозяйства [10]. Однако переход к вертикальной многослойной структуре жилой застройки должен быть постепенным и продуманным, чтобы избежать появления «монотонной среды» [11].

Анализ будущих пространственно-планировочных решений малоэтажных жилых зданий на рельефе должен учитывать тип склона, расположение зданий по отношению к наклону и подъездным путям, ориентацию склона по сторонам света [12]. Но для застройки террасными многоквартирными домами данных территорий пригодны только склоны с восточной, юго-восточной и южной ориентацией. Это обусловлено использованием квартир с односторонней ориентацией для обеспечения инсоляции и условиями климата.

Климат в Иркутской области резко континентальный со значительными перепадами температур. Глубина промерзания грунта – от 2,8 м. Учитывая климатические факторы Иркутской

² Дружинина И.Е. Особенности жилищного проектирования в Иркутской области: учеб. пособие: ИргТУ, 2014. 148 с

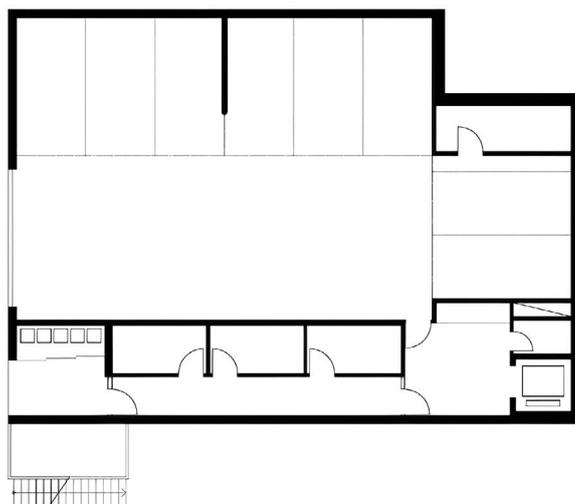


Рис. 2. Общий вид и план первого этажа Terrace House в Чехии

области, становится очевидным, что устройство надежного фундамента на рельефе в данных условиях будет намного дороже, чем в условиях теплого климата. Стоит отметить еще одну особенность, связанную с дополнительными затратами застройки данных территорий малоэтажными многоквартирными террасными домами – это проблематичность использования типовых проектов зданий, не адаптированных к условиям сложного рельефа. Это потребует разработку индивидуальных проектов к каждому виду рельефа. Главное, что подлежит расчету и сложному проектированию – фундамент.

Определяющими значениями при проектировании зданий в области являются прежде всего природно-климатические условия и сейсмичность. Территория Иркутской области входит в Монголо-Байкальский пояс активного проявления землетрясений, где фиксируется одно землетрясение каждые три часа. От 3 до 7 тысяч небольших землетрясений ежегодно регистрируют датчики иркутских сейсмических станций. [13]. Беря во внимание данные показатели, следует отметить, что строительство террасных домов на рельефе в области потребует определенный ряд решений при проектировании: применение монолитных каркасов и фундаментов, дополнительное устройство разделения антисейсмическими швами блоков различной массы, учет поддержания рельефа, в частности применение подпорных стенок. Все это повышает стоимость строительных работ.

Террасные многоквартирные дома могут благоприятно повлиять на социальные связи между соседями через создание мест общего пользования. Данный прием мы можем увидеть в Terrace House в Чехии (бюро Pavel Hnilička Architects+Planners). Многоквартирный жилой дом имеет общий гараж на 8 автомобилей на первом этаже³ (рис. 2). Автостоянки и гаражи в многоквартирном малоэтажном доме на рельефе могут быть размещены также под землей, благодаря чему освободится больше места на поверхности. Terrace House в Чехии Дом имеет 6 уровней и 4 квартиры. Верхняя квартира сделана в двух уровнях.

Стоит также отметить, что климат территории, на котором расположен данный террасный дом, умеренный, континентально-океанический. Это значит, что в зависимости от направления ветра и атмосферного давления погода здесь может быть в любое время года и в любой длительный период времени погода, схожая с погодой в России. Однако рассматривать данный многоквартирный дом как основу зарубежного опыта для будущего строительства террасных домов в области, нецелесообразно. Для Иркутской области в любом случае потребуется своя адаптация конструкций, учитывающих местные природно-климатические факторы.

Отличительной особенностью террасных многоквартирных домов является наличие террасы, которая позволяет каждому владельцу квартиры иметь собственный сад на крыше, личное место отдыха на открытом воздухе. Благодаря ступен-

³Официальный сайт «Pavel Hnilička Architects + Planners, s.r.o.» [Электронный ресурс]. URL: <https://phap.cz/projects/terrace-house-in-prague-kosire/?lang=en> (05.01.2023)

чатой структуре каждая квартира имеет отличные виды с дальними планами. Террасы квартир в зависимости от концептуальной идеи могут быть общими или находится на одном уровне и разделяться ограждением. Такой прием также может благоприятно повлиять на социальные связи между соседями. Но в условиях Иркутской области, с длительной и снежной зимой, открытые террасы не всегда оправданы. Могут возникнуть также проблемы с уборкой снега. Решением данной проблемы могут стать закрытые или частично закрытые террасы.

Выводы

Малоэтажное строительство популярно в Иркутской области, а территории области с активным рельефом занимают около 30 % от общей площади области. Следовательно, рельеф исследуемой местности пригоден для застройки малоэтажными многоквартирными домами на склонах. Стоит отметить необходимость освоения данных территорий в населенных пунктах (особенно на юге области). Однако для застройки террасными многоквартирными домами пригодны только склоны с восточной, юго-восточной и южной ориентацией.

Застройка территорий с активным рельефом малоэтажными многоквартирными домами может решить экологические проблемы, связанные с застройкой около (или даже внутри) водоохранных зон водных объектов Иркутской области, в том числе и Байкала.

Строительство террасных многоквартирных домов может создать новый выразительный облик улиц в городах и поселках области за счет

вертикальной структуры населенных пунктов, увеличить плотность застройки, обеспечить жителей уникальным жильем с собственным садом на крыше, благоприятно повлиять на социальные связи между соседями. В последствии уникальные панорамы и виды вызовут интерес у туристов и инвесторов.

Застройка территорий с активным рельефом в области станет дорогостоящим. Это обусловлено местными природно-климатическими факторами, особенностями малоэтажных многоквартирных террасных домов, индивидуальной адаптацией проектов к условиям сложного рельефа.

Отсутствует опыт данного строительства в условиях, схожих с природно-климатическими условиями Иркутской области. Зарубежный опыт не подходит для местных условий.

Заключение

Вклад инвестиций в строительство малоэтажных многоквартирных домов на рельефе слабо прослеживается в Иркутской области. Это обусловлено неблагоприятными климатическими условиями, малой рентабельностью данных зданий и пр. Поэтому из-за дорогостоящего строительства малоэтажные многоквартирные террасные дома в Иркутской области на данный момент не востребованы, несмотря на огромный ряд преимуществ. Однако в будущем эти преимущества, невозможность дальнейшего развития населенных пунктов Иркутской области на равнинной местности и обеспокоенность за экологию акватории Байкала и других водных объектов области приведут к освоению рельефных территорий и к строительству жилых зданий данного типа.

Список источников

1. Рудых Л.Г. Особенности малоэтажного строительства Восточной Сибири // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2022. Т. 12. № 4. С. 600–605. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-maloetazhnogo-stroitelstva-vostochnoy-sibiri/viewer>
2. Горниак Л. Использование территории со сложным рельефом под жилую застройку / пер. со словац. В.К. Иванова. М.: Стройиздат, 1982. 72 с.
3. Быстрова Т.Ю. Рецензия на монографию А. Калабина «Дом на рельефе» // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2012. №3. С. 87–88. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/retsenziya-na-monografiyu-a-kalabina-dom-na-reliefe/viewer>
4. Калабин А.В. Малоэтажные жилые дома на сложном рельефе в условиях Урала. Рекомендации по проектированию. (Часть 1) // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2013. №2. С. 28–34.
5. Вихорева М.В. Развитие приоритетных направлений социально-экономической деятельности региона // Известия Байкальского государственного университета. 2019. Т. 29. № 1. С. 166–172.
6. Трухачева Г.А., Хитёва Е.О. Принципы создания архитектурной среды проживания с учетом природного окружения в условиях сложного рельефа как способ повысить качество жилища // Технические науки – от теории к практике. 2014. № 33. С. 172–179. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/printsipy-sozdaniya-arhitekturnoy-sredy-prozhivaniya-s-uchetom-prirodnogo-okruzeniya-v-usloviyah-slozhnogo-reliefa-kak-sposob-povysit>
7. Пономарев Е.С., Покка Е.В., Андреева К.А. Террасированная застройка как основной фактор создания комфортного визуального восприятия архитектурной среды при освоении сложного рельефа // Известия КГАСУ. 2022. № 2(60). С.

- 72–81. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/terrasirovannaya-zastroyka-kak-osnovnoy-faktor-sozdaniya-komfortnogo-vizualnogo-voospriyatiya-arhitekturnoy-sredy-pri-osvoenii>
8. Мурашко Т.А. Методики оценки экологических аспектов в градостроительном планировании прибрежных территорий озера // Architecture and Modern Information Technologies. 2022. №2(59). С. 258–269. [Электронный ресурс]. URL: https://marhi.ru/AMIT/2022/2kvart22/PDF/17_murashko.pdf
9. Gagarinova O. Landscape hydrological principles for planning the water protection zone of Lake Baikal: aims and results. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 381. P. 012025. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/337454117_Landscape_hydrological_principles_for_planning_the_water_protection_zone_of_Lake_Baikal_aims_and_results
10. Мубораккадамов Х.С. Особенности проектирования зданий в горных районах // Проблемы современной науки и образования. 2017. № 1. С. 117–120. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-proektirovaniya-zdaniy-v-gornyh-rayonah/viewer>
11. Al Dein Hasan Al Fahmawee Emad. Gis methodological approach to developing and forming a visual image of downtown Amman // Architecture and Engineering. 2021. № 3. P. 49–61. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gis-methodological-approach-to-developing-and-forming-a-visual-image-of-downtown-amman/viewer>
12. Сауд Яра Мухаммад, Забалуева Т.Р. Принципы формирования объемно-планировочных решений малоэтажных домов на рельефе в г. Касаб (Сирия) // Строительство: наука и образование. 2020. Т. 10. № 3. С.17–38. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nso-journal.ru/index.php/sno/pages/view/03-2020>
13. Зарубина А.А., Саушкина А.Е., Мусихина Е.А. Особенности проектирования энергосберегающих зданий в Иркутской области // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2015. №1. С. 72–81. [Электронный ресурс]. URL: http://journals.istu.edu/izvestia_invest/journals/2015/12

Информация об авторе / Information about the Author

Богомазова Валерия Алексеевна,
студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
bogomazova.lera@mail.ru

Valeria A. Bogomazova,
Student,
Architecture, Construction and Design Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
bogomazova.lera@mail.ru

Безопасная организация торговых площадок на объектах рекреации

© А.Ю. Будаговская

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. От организации места торговых рядов зависит безопасность жителей и гостей города. Организовывать пространство необходимо таким образом, чтобы были проведены все процедуры согласования места размещения с местным органом самоуправления – начиная от эстетической составляющей и заканчивая техническими «тонкостями» и нюансами. Необходимо запомнить, что правильно облагороженная и визуально приятная обстановка города помогает сохранить превосходные воспоминания у гостей города, увеличивает уровень доверия граждан и создает положительную основу для создания благотворной экономической ситуации и привлечения будущих инвестиций. Архитекторы и проектировщики решают многие важные задачи безопасности общественных пространств: размещение сооружения без нарушения хода движения граждан (транзитным потокам), без нарушения движения специальной техники или обслуживающего транспорта, а также желательно размещение вплотную к границе примыкания твердого покрытия (к травяному или грунтовому). Также необходимо отметить, что организовывать пространство необходимо в соответствии с особыми правилами, а также перечнем советов по проектному решению экстерьера нестационарного торгового объекта и городской инфраструктуры, с которыми обязан ознакомиться каждый проектировщик, занимающийся соответствующим видом деятельности. Поэтому проектное бюро должно организовывать и размещать объекты торговли – стационарные и временные – с учетом правил, предупреждающих образование непредвиденных ситуаций, влияющих на жизнь и здоровье граждан.

Ключевые слова: организация торговых площадок, торговые ряды, объекты рекреации, безопасность на объектах рекреации, сфера обслуживания

Trading Platforms Safe Organization at Recreational Facilities

© Anastasia Y. Budagovskaya

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The safety of residents and visitors of the city depends on the organization of the place of shopping malls. It is necessary to organize the space in such a way that all the procedures for coordinating the placement with the local self-government body are carried out – starting from the aesthetic component and ending with technical "subtleties" and nuances (as an example was given earlier – so as not to "pull" wires from a distant point, thereby forming an unaesthetic formation of clusters of wires on the streets of the city). A properly ennobled and visually welcoming environment of the city helps to preserve excellent memories among the guests of the city, increases the level of trust of citizens and creates a positive basis for creating a beneficial economic situation and attracting future investments. Architects and designers solve many of the most important tasks of public space safety: placing structures without disturbing the movement of citizens (transit flows), without disturbing the movement of special equipment or maintenance vehicles, and it is also desirable to place them close to the boundary of the solid pavement (to grass or dirt). The article notes that it is necessary to organize the space in accordance with special rules, as well as a list of tips on the design solution for the exterior of a non-stationary retail facility and urban infrastructure, which every designer engaged in the relevant type of activity must familiarize himself with. Therefore, the design bureau must organize and place trade objects - stationary and temporary - taking into account the rules that prevent the formation of unforeseen situations that affect the life and health of citizens.

Keywords: organization of trading platforms, shopping malls, recreational facilities, security at recreational facilities, service sector

В настоящее время актуальным вопросом является организация торговли на территориях объектов зон отдыха и досуга – парках, скверах, бульварах, набережных, площадях, на территориях со скоплением населения.

Первой задачей проектной фирмы необходимо обозначить организацию пространства таким образом, чтобы население имело доступ

к торговым площадкам в части установки парковочных мест, прокладки линии наружного освещения, посадки зеленых насаждений по периметру зоны, а также устройство детских и взрослых зон отдыха.

Видов торговых объектов много – временных и стационарных.

Второй задачей будет являться создание



Рис. 1. Изображение торгового комплекса Liverpool Insurgentes Department Store (слева), изображение торгового комплекса Emporia (справа)

современного, запоминающегося фасада здания или сооружения.

Третьей задачей проектной фирмы будет являться проектирование наполнения пространства различными видами активности, современными развлечениями, разнообразным функционалом для вовлечения граждан и привлечения инвестиции для того, чтобы пространство «работало» эффективно. Другими словами, необходимо создать центр притяжения большого количества посетителей. Успех проекта – притяжение посетителей. Проектировщик должен помимо разработки проектных решений торгового объекта (или торговых рядов) предусмотреть также первоначальный комплекс услуг для конкретной территории исходя из анализа возрастных групп, интересов, текущих современных нововведений в сфере развлекательной индустрии. Необходимо помнить, что во время проектирования, реконструкции или строительства городских территорий проектировщику нужно тщательно отмечать в архитектурно-ландшафтном анализе участки сохранившейся, адаптировавшейся к городской среде живой

природы [1]. На основании анализа территории проектировщику необходимо разработать концепцию развития, сформировать границы, выполнить ландшафтную организацию территории (комплекс проектно-планировочных, инженерно-технических мероприятий, обеспечивающих рациональное преобразование городской среды, создание полноценных, способных к самостоятельному развитию, антропогенных ландшафтов, обладающих высокими санитарно-гигиеническими качествами и уровнем эстетического воздействия на человека) [2], акцентировать входы и проезды, сформировать периметр территории при помощи озеленения, площадки для детей разных возрастных групп, парковочные места, при необходимости предусмотреть дополнительные фонари освещения, площадки для выгула собак, выбрать необходимые малые архитектурные формы и покрытия.

Ниже представлены примеры современных торговых комплексов, являющихся центрами притяжения людей. Необходимо отметить, что благодаря творческому мышлению авторов данных проектов получилось воплотить идеи организации торговых объектов, вписывающихся



Рис. 2. Примеры современных нестационарных торговых объектов

в окружающую среду. Визуальное притяжение, функциональная наполненность, использованные материалы, восприятие – то, что остается в памяти у людей.

Любой торговый объект (стационарный или временный) должен вписываться в окружающую среду, не создавать стилистических конфликтов или быть визуальной доминантой местности. Рассмотрим примеры нестационарных торговых объектов.

Нестационарный торговый объект (НТО) – это временное сооружение или конструкция для торговли, которые не прочно присоединены к земле и не имеют фундамента. Они могут быть подключены или не подключены к инженерным

сетям, независимо от наличия технологической присоединительной линии. НТО включает в себя передвижные сооружения, но не включает мобильные торговые объекты.

Существует несколько разновидностей нестационарных торговых объектов. Такие объекты различаются по конфигурации, типоразмерам, внешним фасадам. Немаловажную роль играет размещение их относительно зданий и сооружений, пешеходных зон, объектов благоустройства и т. д. Ниже на рисунках 3–5 представлены следующие виды НТО: торговая тележка, киоск, торговая палатка, павильон, автокафе.

Ниже представлена табл. 1 с информацией по видам НТО¹.

Таблица 1. Типология нестационарных торговых объектов

1	Павильон – это нестационарная многофункциональная конструкция, которая не относится к капитальным строениям и не является недвижимостью. Он обычно имеет торговый зал и помещения для хранения товаров, а также может предоставлять одно или несколько рабочих мест. Павильон может быть отдельно стоящим сооружением, включая кафе и другие аналогичные объекты;
2	Киоск – нестационарный объект, оборудованный для торговли, который не относится к капитальным строениям и не является недвижимостью. В отличие от павильона, киоск не имеет отдельного торгового зала и помещений для хранения товаров. Он предназначен для работы одного продавца и на его площади хранится товарный запас. Киоск обычно является отдельно стоящим сооружением;
3	Остановка – это сочетание павильона ожидания городского наземного пассажирского транспорта и торгового объекта, такого как киоск или павильон. Он представляет собой конструктивно объединенное сооружение, где пассажиры могут ожидать общественный транспорт, а также осуществлять покупки исключительно при необходимости. Данный вид комплексов обеспечивает удобство и доступность транспорта и торговых услуг для пассажиров;
4	Сезонное (летнее) кафе – временная, нестационарная конструкция, предназначенная для эксплуатации в течение летнего сезона с 1 мая по 30 сентября. Кафе не прочно связано с землей и не является объектом земельно-правовых отношений. Оно может быть отдельно стоящим сооружением, которое устанавливается временно и удаляется после окончания сезона;
5	Бахчевой развал – нестационарный торговый объект, представляющий собой специально оборудованную временную конструкцию в виде обособленной открытой площадки или установленной торговой палатки, предназначенной для продажи сезонных бахчевых культур, размещаемых в период с 15 июня по 30 сентября, без оформления земельно-правовых отношений;
6	На базе автомобиля – автомагазины, автолавки, автоприцепы, купавы, изометрические емкости и цистерны;
7	Тележки, ролл-бары, передвижные холодильники для прохладительных напитков и морозильники для мороженого, кроме размещаемых в качестве дополнительного оборудования при нестационарных торговых объектах, специально приспособленные велосипеды;
8	Иные специальные приспособления и иное оборудование, специально предназначенное для разносной торговли, в том числе защищенные от атмосферных осадков каркасами, обтянутыми пленкой, брезентом и тому подобными материалами
9	Приспособления для выносной торговли овощами и фруктами – специальные конструкции при нестационарных/стационарных торговых объектах по реализации плодоовощной продукции (сезонные стенды, лотки), предназначенные для сезонной продажи овощей и фруктов в период с 15 мая по 15 октября, без оформления земельно-правовых отношений;
10	Летняя веранда – временная, сезонная конструкция, которая устанавливается (обустроивается) на земельном участке, примыкающем к стационарному предприятию общественного питания. Она предназначена для использования в летний период с 1 мая по 30 сентября. Летняя веранда обычно служит дополнительным помещением для заведения, обеспечивая возможность открытого пространства и приятной атмосферы для посетителей.

¹Постановление администрации города Иркутска от 6 ноября 2013 года N 031-06-2721/13 «О размещении нестационарных торговых объектов, временного устанавливаемого торгового оборудования на территории города Иркутска» // СПС «КонсультантПлюс».

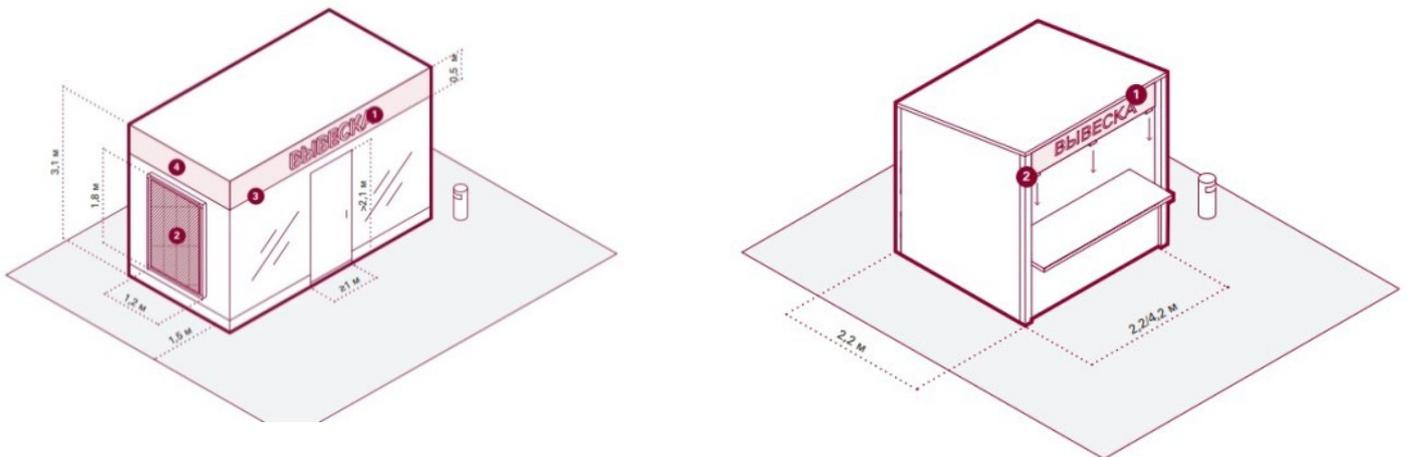


Рис. 3. Схематичное отображение торговой тележки, киоска

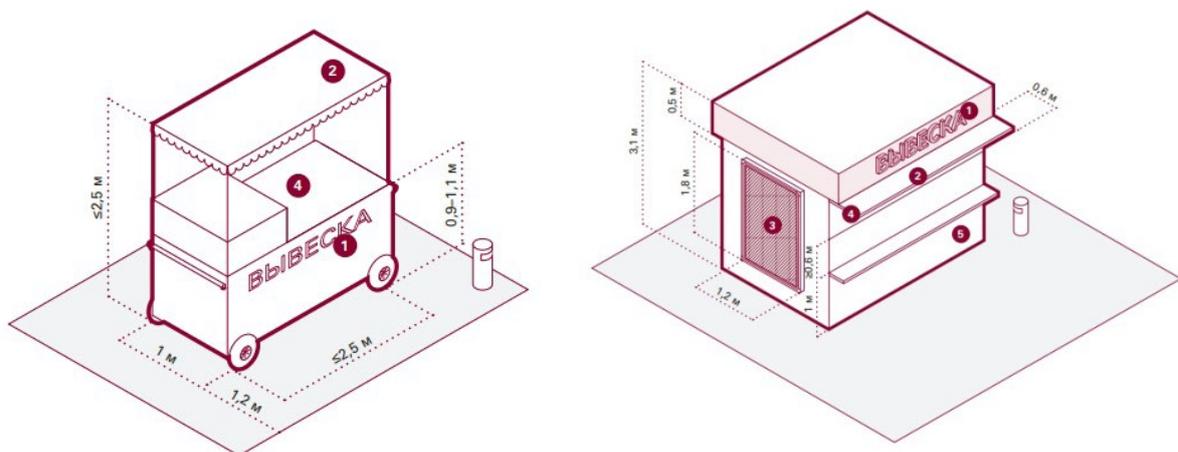


Рис. 4. Схематичное отображение торговой палатки, павильона

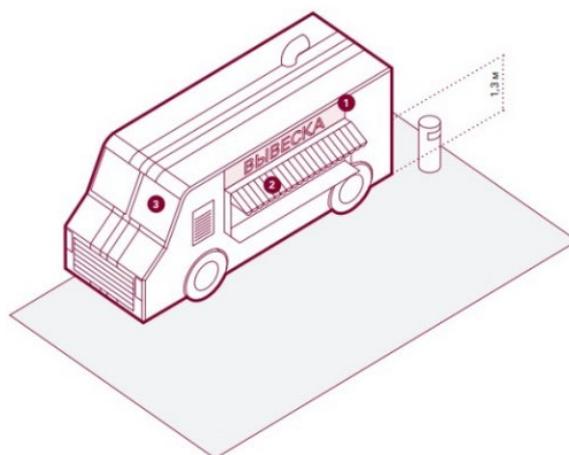


Рис. 5. Схематичное отображение автокафе

Как правило киоски, палатки, павильоны, автолавки заполняют многие городские пустоты, занимая все коммерчески выгодные места, прежде всего – вокруг транспортных узлов [3].

Ниже представлена табл. 2 с информацией по специализации нестационарных торговых объектов в зависимости от ассортимента продаваемых товаров.

Таблица 2. Специализации нестационарных торговых объектов в зависимости от ассортимента продаваемых товаров

В зависимости от ассортимента продаваемых товаров на:	
1	нестационарные торговые объекты по продаже продовольственных товаров (кондитерские товары и хлебобулочные изделия, молочная, сельскохозяйственная продукция, мороженое, питьевая вода и прочие продовольственные товары);
2	нестационарные торговые объекты по продаже непродовольственных товаров (сотовые телефоны, бытовая химия, цветы и прочие непродовольственные товары);
3	нестационарные торговые объекты, предназначенные для торговли печатной продукцией, пункты продажи лотерейных билетов, театральные кассы и т.д.;
4	нестационарные объекты, предназначенные для оказания услуг общественного питания (уличный фаст-фуд).

Самое главное – это обеспечение безопасности человека при организации и функционировании торгового объекта. Необходимо отметить правила безопасной организации нестационарного торгового объекта на территории города.

1) Нестационарный торговый объект недопустимо размещать на придомовых территориях, в арках зданий, цветниках, на детских и спортивных площадках, уличных и плоскостных парковках, на фундаменте;

2) Нарушать границы озеленения, повреждать для размещения НТО зеленые насаждения;

3) Транспортное обслуживание нестационарного торгового объекта и загрузка его товарами не должны снижать безопасность движения пешеходов и транспорта;

4) Недопустимо размещать нестационарные торговые объекты напротив входов в здания;

5) Не допускается устанавливать нестационарные торговые объекты вплотную к пешеходной зоне, если ее ширина менее 4 м;

6) Не допускается размещать нестационарные торговые объекты на проездах, предназначенных для движения обслуживающей и специальной техники;

7) Необходимо соблюдать минимальные расстояния от нестационарных торговых объектов до границ проезжей части, ограждений, опор освещения, зеленых насаждений (осей деревьев, кустарников), а также рекламных конструкций (суперсайты, билборды, ситиборды, рекламные стелы, информационные стенды, афишные тумбы, пилоны и пр.).

Необходимо помнить, что от правильной организации территории сквера, парка зависит безопасность детей, граждан. Вообще, строительство – одна из тех сфер деятельности, где риски наиболее «осязаемы» [4].

Ниже на рисунке 6 представлена схема расположения нестационарного торгового объекта на территории сквера в соответствии с дизайн кодом, разработанным проектной организацией для города Калининграда.

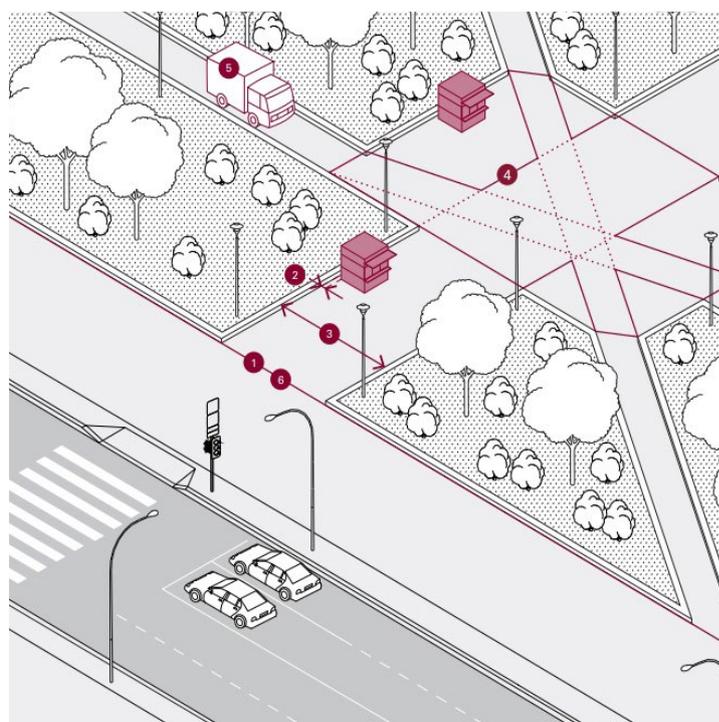


Рис. 6. Схема расположения НТО на территории сквера

Изданного рисунка следует, что НТО необходимо размещать таким образом, чтобы не нарушать ход движения граждан (транзитным потокам), не нарушать движение специальной техники или обслуживающего транспорта, а также желательно размещать вплотную к границе примыкания твердого покрытия (к травяному или грунтовому).

Во избежание последствий, связанных с нанесением вреда жизни и здоровью человека необходимо организовывать пространство в соответствии с рекомендациями. В разных муниципалитетах в структурных подразделениях архитектуры разработаны свои типовые формы НТО, которыми необходимо пользоваться современным архитекторам, дизайнерам, занимающихся проектированием торговых объектов.

Например, в Краснодаре разработаны методические рекомендации по внешнему облику нестационарных торговых объектов. Всего предложено 15 типовых форм НТО [5].

В Калининграде в рамках реализации приоритетного проекта Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ «Формирование комфортной городской среды» под патронажем регионального правительства специалистами конструкторского бюро «Стрелка» разработан дизайн-код – это правила и рекомендации, с помощью.

Важно помнить, что в каждом муниципалитете установлена схема размещения нестационарных торговых объектов, которая утверждается соответствующими должностными лицами. Размещение таких объектов на земельных участках, в зданиях, строениях, сооружениях, которые находятся в государственной или муниципальной собственности, осуществляется согласно утвержденной схеме. При этом учитываются потребности в устойчивом развитии территорий и соблюдаются нормативы минимальной площади торговых объектов для обеспечения потребностей населения.

Кроме того, муниципальные промышленные парки – наиболее удобная форма организации деятельности среднего бизнеса в моногородах с промышленным потенциалом [6].

Каждый инвестиционный проект должен иметь налоговую и социальную отдачу, обеспечивать создание рабочих мест для населения муниципального образования [7].

За счет благоустройства общественных пространств:

- происходит капитализация территории;

- снижается криминогенность;
- растет стоимость недвижимости в непосредственной близости к общественному пространству;
- создается дополнительный трафик, который можно предлагать бизнесу [8].

Законодательство России в области земельного права и градостроительства определяет, что на земельных участках, предназначенных для жилой застройки, можно размещать объекты капитального строительства только в случаях, когда их размещение необходимо для обслуживания жилой застройки и связано с проживанием граждан. При этом такие объекты не должны причинять вред окружающей среде и санитарному благополучию, не требовать установления санитарной зоны и не нарушать права жителей.

Также не стоит забывать, что нестационарные торговые объекты не являются объектами обслуживания и эксплуатации многоквартирных жилых домов. За каждым объектом закреплен свой хозяин, который имеет обязательства по его обслуживанию и эксплуатации.

Одной из проблем современной организации торговых объектов является поиск точки подключения. Желательно организовывать место таким образом, чтобы не «тянуть» провода из дальней точки, тем самым образуя неэстетическое образование скоплений проводов на улицах города. В любом случае, организуя место для торгового ларька необходимо пройти все процедуры согласования места размещения, в том числе точку подключения (в случае если необходимо электричество) с органами администрации в установленном порядке.

Еще стоит выделить, что поставщики, участвующие в системе закупок, могут снижать качество поставляемых товаров, увеличивать сроки выполнения заказа и т. д. [9]. Тем самым затягивая с установкой какого-либо торгового объекта.

Также одной из проблем современной организации торговых объектов (временных, нестационарных) является оставление тех самых «проводов», электрики, интернетных кабелей на столбах освещения. Уходя, фирмы не убирают за собой электрические кабели, формируя тем самым хаос и неэстетическое отображение на столбах освещения. Необходимо помнить, что благоустроенная и эстетически благоприятная городская среда оставляет хорошее впечатление у гостей города, повышает уровень доверия и создает условия для благоприятного финансового климата и привлечения инвестиций [10].

Список источников

1. Гущина Н.В. Эстетика взаимодействия предметного мира и живой природы в благоустройстве городских территорий: сб. материалов XX Междунар. науч.практ. форума «Проблемы озеленения крупных городов» (г. Москва, 12–13 сентября 2018 г.). М., 2018. С. 24–27.
2. Теодоронский В.С. Озеленение населенных мест. Градостроительные основы. М.: «Академия», 2010. 256 с.
3. Рюрикова З.А. Временные сооружения в городской среде // Архитектура и строительство России. 2007. № 11. С. 2–13.
4. Дорошенко Т.Г., Кокарева А.А. Рекомендации по развитию регулирования бизнеса. Регулирование бизнеса в строительном комплексе России. Страхование как оптимальная из всех регуляторных опций // Известия Иркутской государственной экономической академии. 2012. № 2. С. 29–30.
5. Дорошенко Т. Г. К вопросу совершенствования механизма осуществления контроля закупок // Известия Байкальского государственного университета. 2016. Т. 26. № 4. С. 583–590. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-sovershenstvovaniya-mehanizma-osuschestvleniya-kontrolya-zakupok/viewer> (10.06.2023).
6. Поспелова И.Ю., Банина О.В., Поспелова М.Я. Экономически эффективные градостроительные решения для малых городов и адаптируемых промышленных объектов к новой функции культурно-спортивных областных центров на примере Тулуна // Молодежный вестник ИрГТУ. 2016. № 1. С. 10–11. [Электронный ресурс]. URL: <http://xn--b1agjigi1ai.xn--p1ai/journals/2016/01/articles/10> (16.06.2023).
7. Цыкина Т.А., Цаповская О.Н. Благоустройство «Рыба-парк» в Дмитровграде, парка «Прибрежный» и «Дружбы народов» в Ульяновске // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства: сб. статей Всероссийской науч. практ. конф. (г. Красноярск, 20 декабря 2018 г.). Красноярск, 2018. С. 214–216.
8. Астафьев С.А., Хомкалов Г.В. Национальный проект «ЖКХ и городская среда» и его влияние на инвестиционную привлекательность жилой и нежилой недвижимости // Проблемы экономики и управления строительством в условиях экологически ориентированного развития: материалы 4-й Междунар. науч.практ. онлайн-конф. (г. Иркутск, 6–7 апреля 2017 г.). Иркутск, 2017. С. 42–49.
9. Бальсевич А.А., Еремина А.В., Зороастрова И.В., Морозов И.А., Островная М.В., Пивоваров С.Г., Подколзна Е.А. Возможности горизонтальной и вертикальной координации при осуществлении государственных закупок: анализ ситуаций. М.: «Высшей школы экономики», 2012. 80 с. [Электронный ресурс]. URL: https://wp.hse.ru/data/2012/10/01/1243816344/WP10_2012_01.pdf (12.06.2023).
10. Тургель И.Д., Крючина Л.И. Тенденции и проблемы формирования системы моногородов России // ЧиновникЪ. 2005. № 6'05(40). С. 7.

Информация об авторе / Information about the Author

Анастасия Юрьевна Будаговская,
студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский технический
университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
budagnast20@yandex.ru

Anastasia Y. Budagovskaya,
Student,
Architecture, Construction and Design Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
budagnast20@yandex.ru

УДК 62.624.9:69.058

Построение BIM модели линейных объектов по результатам съемки малых бпла

© Н.А Добрыневский, О.С. Царёва

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье представлен уникальный метод создания BIM моделей объектов с использованием малых беспилотных летательных аппаратов. Исследовано, какие преимущества может принести их применение в процессе создания BIM моделей. Рассмотрен метод лазерного сканирования линейных объектов с применением беспилотных летательных аппаратов. Описаны различные подходы к обработке данных, полученных в результате съемки и рассмотрены возможные сложности, а также пути их преодоления во время работы и последующей обработки информации. Обсуждаются перспективы использования этого метода в качестве изыскательных работ для будущих строительных проектов. Преимущества использования малых беспилотных летательных аппаратов для создания BIM моделей огромны. Во-первых, такой метод позволяет получить трехмерные модели высочайшего качества, воссоздавая каждую деталь объекта. Это значительно улучшает точность и полноту моделей, что особенно важно при проектировании и планировании строительных проектов. Это один из интересных методов, используемых при лазерном сканировании линейных объектов с их помощью, который включает съемку сразу нескольких участков объекта, а затем слияние полученных данных в одно общее облако точек. Такой подход позволяет получить более полное представление об объекте и не упускать ни одной детали.

Ключевые слова: BIM технологии, строительство, графическая модель, проектирование

Creation of a BIM model of a linear object based on the results of shooting small UAVS

© Nikolai A Dobrynevskii, Olga S Tsareva

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russian Federation

Abstract. The article discusses the relationship between the bio-tech architectural style and the work of the Spanish architect, civil engineer, sculptor and artist Santiago Calatrava Valls. All of his projects have certain features that distinguish the buildings of Calatrava from the buildings of other architects, regardless of style and era. In this connection, there are difficulties in attributing the work of the Spanish architect to any style. This article aims to deal with the contradictions and define the style of architecture of Santiago Calatrava as bio-tech, since all his projects are somehow built on the images of living beings: from fish to humans - and their parts. In addition, the bio-tech has its own characteristics, listed in the article, which we also observe in Calatrava's projects. The article defines the bio-tech style and lists its features, analyzes the creations of the Spanish architect: the Turning Torso skyscraper. The article highlights the distinctive features of these buildings: image, color and materials. The article reveals prototypes taken from wildlife, which inspired the author to create this or that architecture of the building.

Keywords: BIM technology, building, graphic model, design

Введение

Актуальность

В данной статье рассматривается применение малых беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для сбора данных, которые послужат для построения BIM модели линейных объектов. Поскольку линейные объекты являются протяженными, то применение метода сбора данных с помощью БПЛА имеет такие преимущества:

- скорость выполнения работ;
- возможность подлететь в труднодоступные

места;

- съемка с любого ракурса;
- малые трудозатраты;

Малые БПЛА позволяют разместить на себе такое оборудование как фотокамера, лазерный сканер, тепловизор и многое другое. Именно это оборудование является рабочим органом для создания цифровой модели объекта. Размещенный на БПЛА лазерный сканер позволяет выполнить сканирование исследуемого объекта и получить облако точек. А фото и видеоматериалы помогут

скорректировать облако в специализированных программах. В отличие от наземного лазерного сканирования, данный метод имеет существенно достоинство – это возможность отснять объект сверху, особенно это важно, когда исследуемый объект высокий, например, опора высоковольтной линии электропередач (ВЛЭП) [1]. С поверхности земли отснять все ее элементы невозможно, так как будут оставаться «слепые» зоны, в то время как съемка с воздуха позволит использовать практически любой ракурс и угол. Поэтому с появлением и развитием технологии лазерного сканирования задача построения 3D цифровых моделей значительно упростилась [2].

Рассмотрим применение малого БПЛА для создания BIM модели ВЛЭП. Для того, чтобы выполнить съемку опоры ВЛЭП, требуется всего один человек, что является несомненным плюсом данного метода. Однако для корректной съемки требуются определенные погодные условия, например, отсутствия дождя и снегопада, сильного или порывистого ветра, тумана, испарений и т.п.

Отсняв облако точек опоры ВЛЭП и ее элементов, таких как провода, изоляторы, грозозащитный трос, муфты Волоконно-оптической линии связи (ВОЛС), шлейфы и др., в программных комплексах выполняется обработка полученных данных, результатом которой является 3D-модель. Задав свойства и атрибуты элементам полученной 3D-модели получается BIM модель. Затем выполняется корректировка элементов модели, так как при съемке возможны некоторые искажения и неточности, но специализированное программное обеспечение позволяет пользователю вносить изменения и дорабатывать полученную модель. Примером такой ситуации может быть съемка гладких зеркальных поверхностей. При их сканировании лазерный луч, исходящий от сканера, преломляется и отражается под некоторым углом от такой поверхности, вместо того чтобы вернуться назад к сканеру. Во время съемки все нюансы невозможно предугадать и предотвратить, поэтому постобработка данных и корректировка модели – неотъемлемый этап.

Проблема

Поскольку линейные объекты имеют большую протяженность, то обычное лазерное сканирование займет очень много времени и позволит решить ряд сложностей, которые невозможно решить наземными методами. Однако некоторые ситуации предвидеть можно. Например, зеркальные поверхности покрываются

специальными пылеватыми смесями, что позволяет решить проблему отразившегося под углом луча, но этот способ не всегда возможно использовать.

Линейные объекты имеют протяженную геометрию, будь то автодорога, железная дорога, линия электропередач, нефтепровод, теплотрасса и т. д. Малые БПЛА во время съемки двигаются по их створу, минуя наземные препятствия от пикета к пикету. Благодаря этому существенно возрастает скорость выполнения работ.

Также БПЛА могут использоваться для изыскательных работ, например, разведки местности и создания ее цифровой модели. Именно полнота, детальность и достоверность результатов исследуемых условий участков под проектирование строительства дает возможность принимать решение о проектировании и возведении объекта. Эти данные набираются в процессе проведения различных инженерных изысканий [3].

Объект исследования

Высоковольтная линия электропередач Усть-Илимская ГЭС-Усть-Кут № 3, протяженностью 294 км.

Предмет исследования

Разработка методики создания цифровой модели элементов ВЛЭП и последующее их объединение в единую BIM модель с помощью специализированного программного обеспечения.



Рис. 1. Место под пикет строящейся ВЛЭП

Процесс создания BIM модели опоры типа У220-3и линии электропередач. ВЛ 220 кВ «247 Симахинская 1,2

Процесс создания BIM модели пролета ВЛЭП начинается с проектирования маршрута лазерной съемки. Необходимо заранее подготовить маршрут и схему полета БПЛА для съемки

и сканирования (рис. 1). Маршрут следует проложить таким образом, чтобы покрыть съемкой весь исследуемый объект, при этом должно быть перекрытие зон сканирования для того, чтобы в последствии при обработке данных можно было объединить отдельные сканы в единую модель исследуемого объекта [4].

Следующим шагом является определение расстояния от сканера до обследуемого объекта. Определить данное расстояние поможет формула:

$$D = \Delta / \operatorname{tg}(d\varphi),$$

где Δ – требуемая точность для создания объекта (задается заказчиком); $d\varphi$ – угловая точность лазерного сканера – техническая характеристика прибора.

Также необходимо вычислить угловое разрешение сканирования ($\Delta\varphi$) оно требуется для отображения на модели маленьких деталей объекта.

$$\operatorname{Arctg}(\Delta\varphi) = d/D,$$

где d – минимальный размер элемента отображенного на модели.

Однако БПЛА постоянно передвигается, а это значит, что разрешение сканирования (плотность точек) объекта будет различным

поскольку постоянно изменяется расстояние от сканера до объекта. А это значит, что при расчете необходимо использовать максимальное расстояние. Соответственно, когда зоны съемки будут пересекаться (перекрываться), то в таких местах плотность точек будет существенно выше [5] (рис. 2).

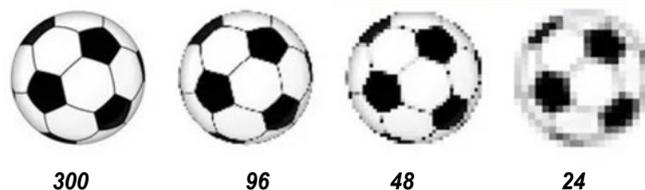


Рис. 2. Плотность точек, пикселей/дюйм

Для получения цветных изображений сканеры оборудуются фотокамерой, которая позволяет присвоить каждой точке цвет.

Камеральные работы

Полученные при съемке результаты необходимо обработать. Обработка облака точек производится в специальном программном обеспечении. Целью обработки является фильтрация облака точек, этот процесс может быть автоматическим или интерактивным [6]. Результатом такой обработки является очищенное

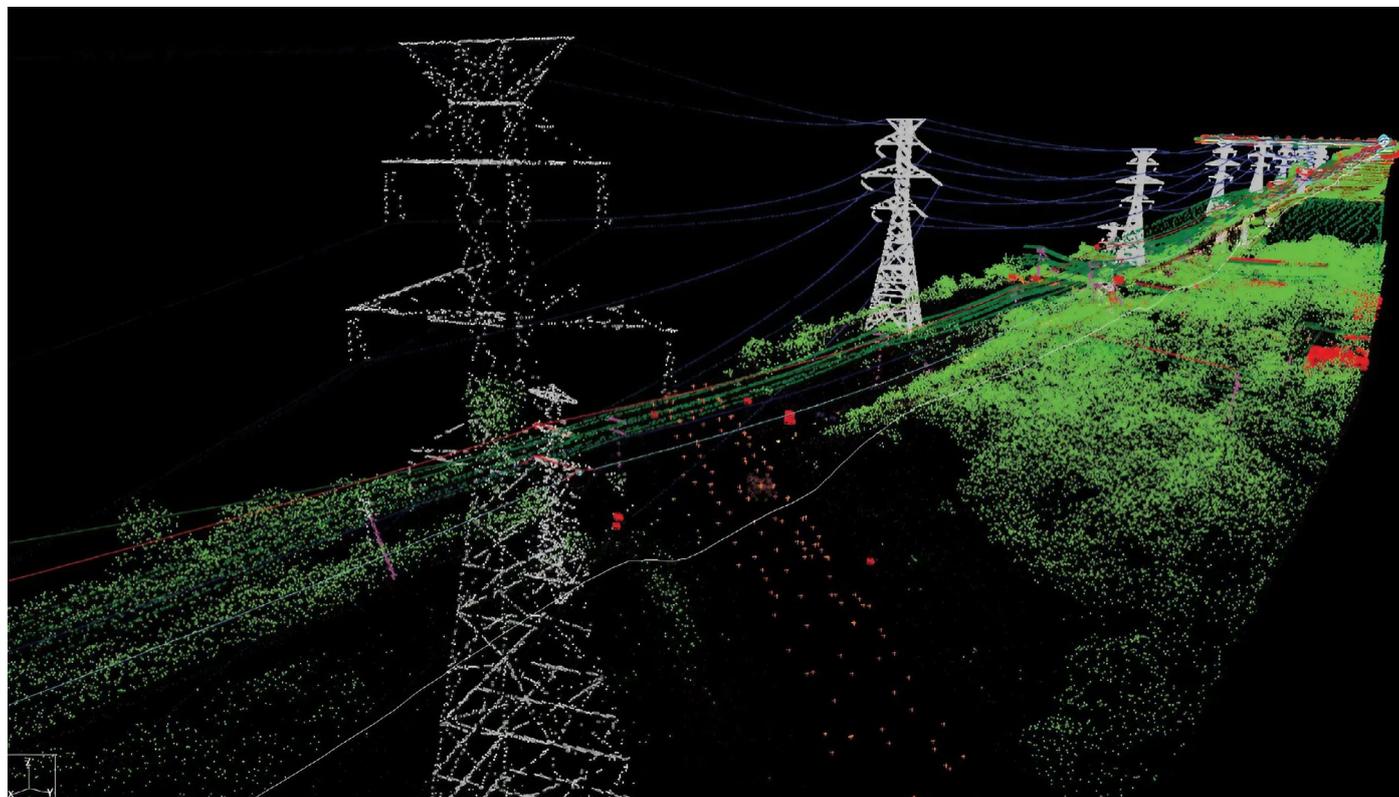


Рис. 3. Фрагмент облака точек в реальных цветах

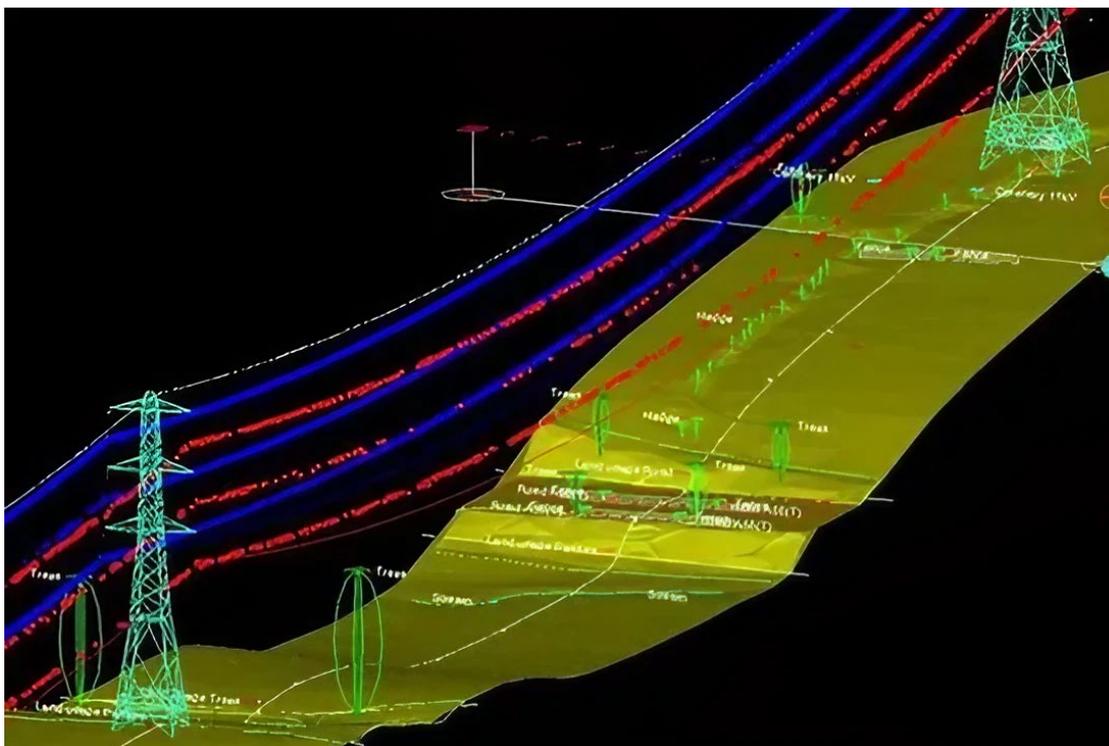


Рис. 4. Векторный рельеф местности

облако точек от точек, не принадлежащих модели. А также каждой точке присваивается цвет на основании снимков с встроенной камеры [7].

Следующим шагом является объединение полученных моделей в единую модель и их ориентация в пространстве с использованием связующих и опорных точек¹. Создание сети таких точек позволяет соединить элементы модели в комплексную форму (рис. 3). Эти процессы выполняются с использованием специализированного программного обеспечения, которое автоматически измеряет координаты связующих и опорных точек [8].

Для создания векторной модели объекта из облака точек применяется специализированное программное обеспечение. Эти программы включают три основных метода векторизации объекта:

1. Автоматический метод – он может быть применен в тех случаях, когда элементы объекта имеют правильную геометрическую форму, такую как цилиндр, круг, шар, конус и др.;

2. Автоматизированный метод – применяется в случаях, когда элементы имеют сложную геометрическую форму. Он позволяет

векторизовать элементы как полилинии или полигоны, создавая модель объекта;

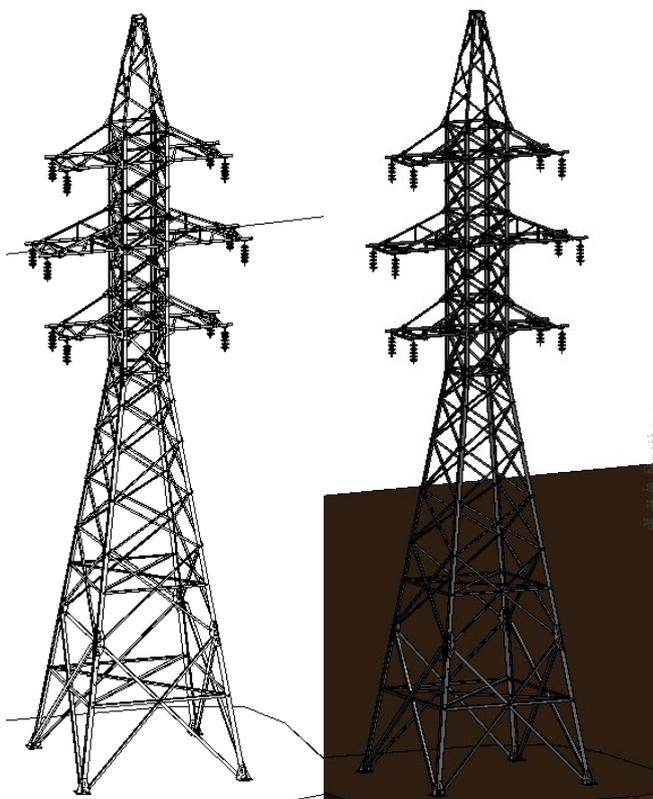


Рис. 5. Модель до и после нафложения текстур

¹Green BIM. How Building Information Modeling is Contributing to Green Design and Construction // McGraw-Hill Construction. 2010. URL: https://www.construction.com/market_research/freereport/greenbim/MHC_GreenBIM_SmartMarket_Report_2010.pdf (23.06.2023).

²Медведев Е.М., Данилин И.М., Мельников С.Р. Лазерная локация земли и леса: учебное пособие. 2е изд. перераб. и доп. М.: Геолидар, Геокосмос, Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2007. 230 с.

Интерактивный метод – применяется также в случаях, когда элементы имеют сложную геометрическую форму. Он позволяет пользователю активно взаимодействовать с программой, чтобы векторизовать элементы и создать модель объекта [9].

Таким образом, существует несколько методов векторизации, которые могут быть использованы в зависимости от формы элементов объекта. При использовании правильной техники можно создать точную векторную модель объекта на основе облака точек².

Нередки случаи, когда векторизацию выполняют по фотоснимкам высокого разрешения, которые были заблаговременно получены с камеры, установленной на БПЛА. Оператор выполняет распознавание и векторизацию фрагментов объекта согласно снимку. Результатом данного процесса являются пространственные координаты точек отсканированного объекта, поскольку каждой измеренной точке со снимка соответствует точка в облаке точек [10].

Результаты векторизации (рис. 4) необходимо обработать для оформления 3D-модели с реальными текстурами. Для этого следует передать результаты векторизации в такие программы как 3DMax, Revit и т. д. На рис. 5 показан пример 3D-модели анкерно-угловой опоры с реальной текстурой (справа), без наложения текстур (слева).

Выводы

Таким образом, можно утверждать, что построение BIM модели с использованием малых БПЛА является удобным и универсальным способом, позволяющим выполнять работы в быстрые сроки и с высокой точностью. А также есть возможность получение снимков и материалов с любых ракурсов. Для линейных объектов, например, ВЛЭП данный метод имеет большой плюс в том, что в труднодоступные места, где не проехать технике, можно подлететь на БПЛА и выполнить измерения.

Список источников

1. Паскарь И.Н., Марков Д.М. Диагностика ЛЭП и ВЛЭП С Помощью БПЛА // Сборник материалов всероссийской молодежной науч.-практ. школы «Энергостарт» (г. Кемерово, 11–25 июля 2016 г.). Кемерово, 2016. С.64–65.
2. Рашев В.С., Астафьева Н.С., Рогожкин Л.С., Григорьев В.Ю. Анализ внедрения технологии информационного моделирования в Российских строительных компаниях по проектированию и строительству инженерных систем // Вестник Евразийской науки, 2020. Т. 12. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://esj.today/PDF/49SAVN320.pdf?ysclid=lln6t8x4x6285491596> (18.06.2023).
3. Щукин Р.А., Астапов А.Ю., Пришутов К.А. Использование БПЛА для проведения изыскательных работ в геодезии на начальном этапе благоустройства и строительства // Геодезия, землеустройство и кадастры: проблемы и перспективы развития, посвящена 100-летию советской геодезии и картографии, сб. материалов I Междунар. науч.-практ. конф. (г. Омск, 15 марта 2019 г.). Омск, 2019. С. 144–147.
4. Мамедова Н.Ф. Беспилотные летательные аппараты как средство обеспечения геодезических и картографических работ // Проблемы энергетики, природопользования, безопасности жизнедеятельности и экологии: сб. материалов студенческой науч.-практ. конф. (г. Брянск, 12 апреля 2022 г.). Брянск. 2022. С. 182–187.
5. Фаизов А.Р., Евтушкова Е.П. Лазерное сканирование с использованием БПЛА // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: сб. материалов LV студенческой науч.-практ. конф. (г. Тюмень, 17–19 марта 2021 г.). Тюмень, 2021. С. 508–512.
6. Алиев С.А., Межидов Д.А., Тасуева Х.З., Обучение BIM: BIM практика с использованием Российского ПО // «Образование будущего», материалы III Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Грозный, 24–25 ноября 2022 г.). Грозный, 2022. С. 12–15. [Электронный ресурс]. URL: <https://back-lib.gstou.ru/articles/Oa7l9s0FItgYX7fl1mdjR6wQAevqZbL5o6hu7l6w.pdf> (21.06.2023).
7. Horvat M., Dubois M.-C. Tools and Methods for Solar Design-An Overview of IEA SHC Task 41, Subtask B // Energy Procedia. 2012. Vol. 30. P. 1120–1130. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/271580933_Tools_and_methods_for_solar_design_-_An_overview_of_IEA_SHC_Task_41_Subtask_B (19.06.2023).
8. Хахулина Н.Б., Гукосян А.М., Высоков В.А. Анализ возможностей использования стабилизирующих устройств на БПЛА с целью воздушного лазерного сканирования // Студент и наука. 2018. Вып. 1 С. 66–71.
9. Елисеев С.В. Геодезические инструменты и приборы. Основы расчета, конструкции и особенности изготовления. М.: «Недра», 2017. 645 с.
10. Шляхова Е.И., Рацен С.С. Использование фотосхем и ортофотопланов при проведении геодезических изысканий // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: сб. материалов LIV Студенческой науч.-практ. конф., посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне (г. Тюмень, 19–20 марта 2020 г.). Тюмень, 2020. С. 237–239.

Информация об авторах / Information about the Authors

Добрыневский Николай Андреевич,
студент,
Инженерно-строительный институт,
Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого 195251, г. Санкт-Петербург,
ул. Политехническая, 29,
Российская Федерация
k.dobrynevskiy@gmail.com

Царёва Ольга Сергеевна,
к.т.н., доцент,
Инженерно-строительный институт,
Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого 195251, г. Санкт-Петербург,
ул. Политехническая, 29,
Российская Федерация

Nikolai A. Dobrynevskii
Student,
Construction Engineering Institute,
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
29 Polytechnic St., St Petersburg, 195251,
Russian Federation
k.dobrynevskiy@gmail.com

Olga S. Tsareva
Cand. Sci. (Technics), Associate Professor,
Construction Engineering Institute,
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
29 Polytechnic St., St Petersburg, 195251,
Russian Federation

УДК 7.012

Управление информационной моделью объекта капитального строительства на стадии проектирования

© Е.В. Зеньков, В.А. Зотов, Гао Хайбо, Сюй Кай

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Этап проектирования объекта капитального строительства сопровождается созданием огромного массива информации, которым необходимо управлять для выполнения задач на стадии проектирования. В статье рассматривается сущность таких документов как EIR и BEP. На основе указанных документов сформулированы требования к обмену информацией между заказчиком и исполнителем на этапе проектирования. Дается подробное описание необходимых документов, разрабатываемых на этапе проектирования BIM-модели. На примере объекта – Международного медицинского кластера. Биотехнологическая лаборатории – составлен BEP, в котором поясняются этапы выполнения цифровых информационных моделей, входящих в кластер. Излагаются правила взаимодействия в среде общих данных и структура разделов проекта. Описывается методология создания управляющих документов EIR и BEP, Представлена методика работы со средой общих данных и контроля качества ЦИМ. Представлены результаты проверки на коллизии (пересечений в ЦИМ) Международного медицинского кластера с подробным изложением выводов.

Ключевые слова: информационная модель, объект капитального строительства, проектирование, среда общих данных

Managing the information model of a capital construction project at the design stage

© Evgeniy V. Zenkov, Vitaliy A. Zotov, Guo Huibo, Sui Kui

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The design stage of a capital construction facility (CCF) is accompanied by the creation of a huge amount of information that must be managed to complete tasks at the design stage. The article discusses the essence of such documents as EIR and BEP. Based on these documents, requirements for the exchange of information between the customer and the contractor at the design stage are formulated. The article provides a detailed description of the necessary documents developed at the design stage of the BIM model. Using the example of an object - the International Medical Cluster of the Biotechnology Laboratory - a BEP was compiled, which explains the stages of implementation of digital information models included in the cluster. The article outlines the rules of interaction in the common data environment and the structure of project sections, describes the methodology for creating EIR and BEP control documents, presents the methodology for working with the common data environment and CIM quality control, and presents the results of a collision check (intersections in the CIM) of the International Medical Cluster with detailed statement of conclusions.

Keywords: information model, capital construction facility, design, general data environment

Каждый объект капитального строительства (ОКС) состоит из следующих этапов: проектирование, строительство, эксплуатация, снос (утилизация). В связи с утверждением Правил¹ формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, должна создаваться цифровая информационная модель (ЦИМ) для объекта капитального строительства.

Цифровая информационная модель ОКС –

объектно-ориентированная параметрическая трехмерная модель, представляющая в цифровом виде физические, функциональные и прочие характеристики объекта (или его отдельных частей) в виде совокупности графической и неграфической информации насыщенности элементов. Информационная модель делится на два типа²:

- информационная модель проекта (PIM);
- информационная модель актива (AIM).

¹Постановление Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. № 1431 «Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов, а также о внесении изменения в пункт 6 Положения о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства» // Собрание законодательства РФ. 28.09.2020. № 39. ст. 6030.

Информационная модель проекта PIM (Project information model) – это информационная модель, которая образуется на стадии проектирования и строительства. В нее включается вся информация, которая возникает во время проектирования и строительства. Стадия проектирования информационной модели играет основополагающую роль для всех последующих стадий (строительства,

щихся моделях актива, должен сформировать общие требования к информационной модели. Требования должны соответствовать существующим нормам и правилам, а также исходить из опыта использования моделей актива [1–5].

Согласно ГОСТ Р 58439.1-2019², заказчику предполагается оформить следующие документы (рис. 1):

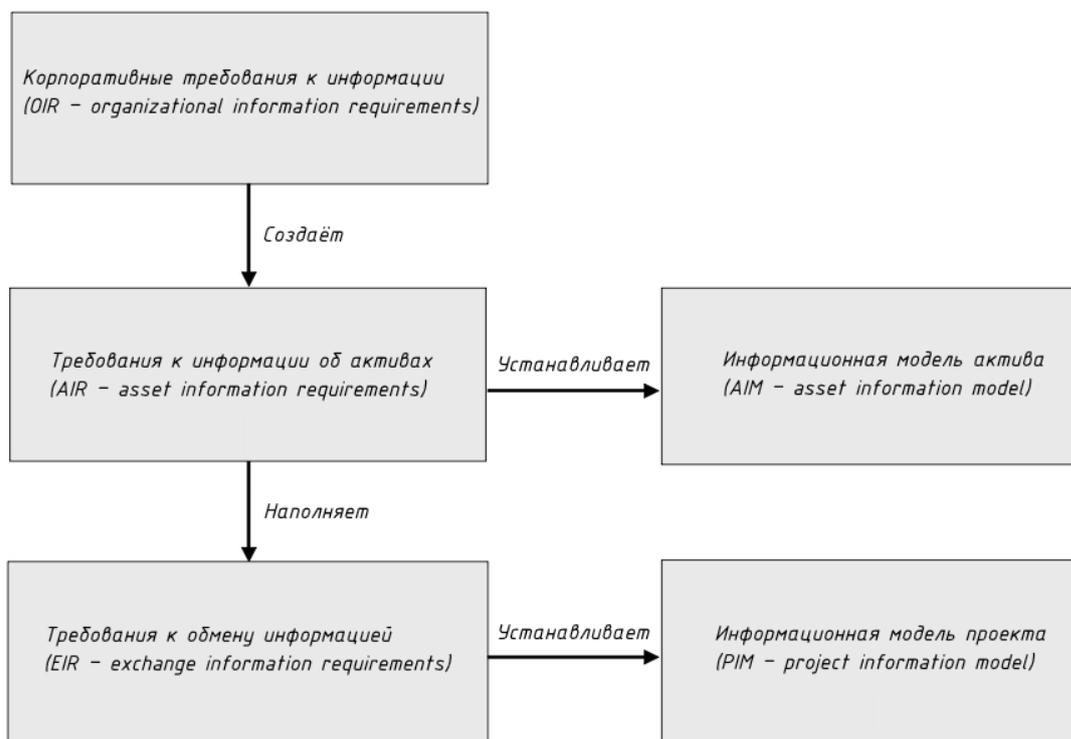


Рис. 1. Схема взаимодействия требований к информационной модели

эксплуатации, капитального ремонта, реконструкции и сноса).

Информационная модель актива AIM (Asset information model) – это информационная модель, которая также образуется на стадии проектирования и строительства. Она вводится на этапе эксплуатации ОКС и содержит всю необходимую информацию, необходимую для эксплуатации объекта. Кроме этого, она включает в себя всю информацию о сроках технического обслуживания, сведения о датах капитальных и текущих ремонтов, об общем состоянии объекта и другую ценную информацию. Модель AIM является источником в начале создания нового проекта капитального строительства.

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод, что заказчик, основываясь на уже имею-

1. Корпоративные требования к информации (OIR – organizational information requirements) – это требования, направленные на достижение стратегических целей. Как правило, они исходят из общей стратегии ведения бизнеса, разработки стратегии управления активами, планирования пакета проектов, обязательств, которые вытекают из норм действующего законодательства при формировании собственной политики компании.

2. Требования к информации об активах (AIR – asset information requirements). Данные требования определяют, какая информация необходима для эксплуатации и обслуживания ОКС на протяжении всего его жизненного цикла. Эти требования к информации могут быть чрезвычайно широкими и всеобъемлющими. Они информируют о содержании как AIM, так и EIR-документы. В технических

²ГОСТ Р 58439.1-2019. Организация информации об объектах капитального строительства. Информационный менеджмент в строительстве с использованием технологии информационного моделирования. Часть 1 Понятия и принципы. — М.: Стандартинформ, 2019. 29 с.

требованиях AIR указываются подробные сведения, необходимые для формирования ответа на требования к корпоративной информации, связанной с активами.

3. Требования к обмену информацией (EIR – exchange information requirements). Данные требования определяют информацию, которая потребуется заказчику как от собственной службы, так и от подрядных организаций. Это необходимо для разработки проекта, строительства и эксплуатации ОКС.

Потенциальная подрядная организация реагирует на информационные потребности заказчика с помощью предконтрактного плана исполнения BIM-модели (Pre-contract BIM execution plan), на основе которого можно оценить предполагаемый ими подход. В зависимости от заказчика EIR может включать следующие требования:

- стандартные (для организации) методы и процедуры создания, именования и обмена информацией;

- роли и задачи, дающие четкое определение создаваемой информации;

- план выполнения и график выпуска информационной модели с определением, в каком формате должна быть выполнена итоговая информационная модель, кем должна быть отправлена и когда отдана;

- уровень проработки;

- координация и обнаружение коллизий.

Уровень проработки (LOD) – набор требований, определяющий полноту проработки элемента цифровой информационной модели. Уровень проработки задает минимальный объем геометрических, пространственных, количественных, а также любых атрибутивных данных, необходимых для решения задач информационного моделирования на конкретной стадии жизненного цикла объекта.

После процедуры заключения договора с подрядчиком, подрядчик формирует постконтрактный план исполнения BIM-модели (Post-contract BIM

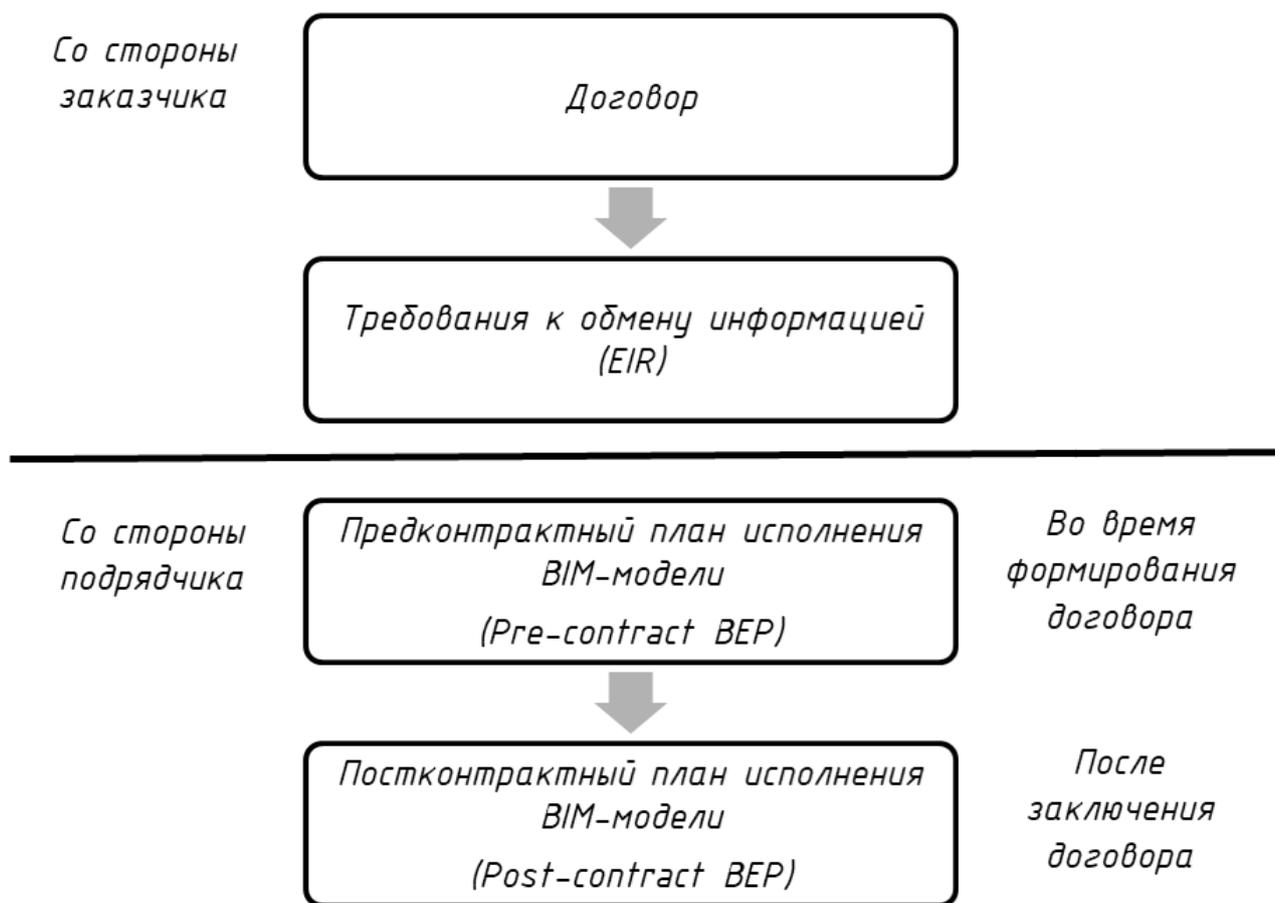


Рис. 2. План исполнения BIM-модели

³Свод правил. СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла». М.: Стандартинформ, 2020. 219 с.

execution plan).

Планирование (рис. 2) определяет то, как будет предоставляться информация, требуемая в EIR.

В плане выполнения предполагаются следующие позиции:

Управление:

- роли, обязанности и полномочия участников проекта;
- основные этапы проекта в соответствии с EIR;
- способы контроля за исполнением;
- согласование поступающей информации.

Моделирование:

- позиционирование и координирование;
- правило наименования файлов;
- правило наименования уровней;
- строительные допуски (матрица коллизий);
- правила обмена информационной модели между

IT-решения:

- версия программного обеспечения;
- расширения файлов для обмена информационной модели.

На примере объекта «Международный медицинский кластер. Биотехнологическая лаборатория», расположенной по адресу: г. Москва, Западный округ, территория инновационного центра «Сколково» (рис. 3), выполнен анализ существующей нормативной базы в управлении информационными моделями посредством таких документов EIR и ВЕР. В ходе работы осуществлен анализ существующих документов, которые влияют на формирование цифровой модели кластера, анализ документа EIR и документа ВЕР, рассмотрено взаимодействие указанных документов в процессе проектирования. Проект международного медицинского кластера имеет составленное

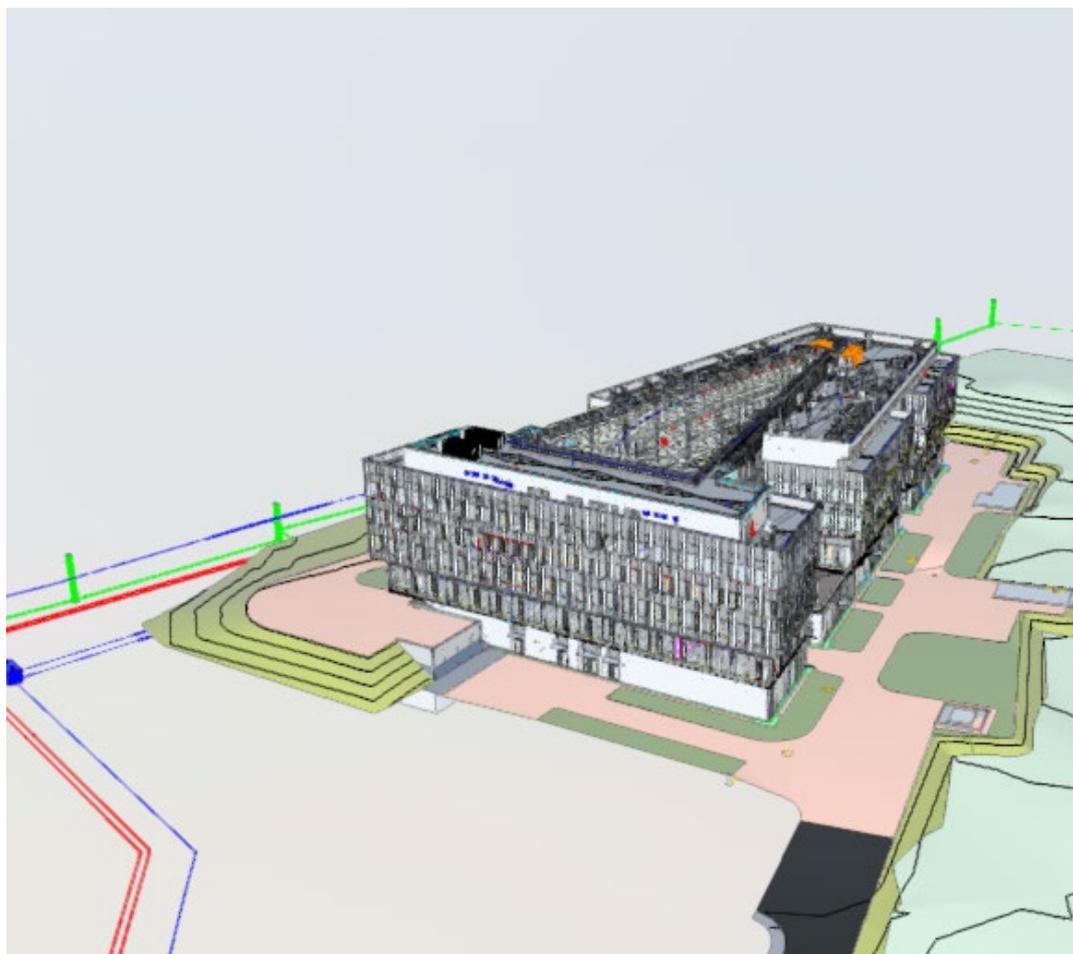


Рис. 3. «Международный медицинский кластер. Биотехнологическая лаборатория» в системе Autodesk Construction Cloud BIM360

разделами проекта в СОД (среда общих данных);

- шаблоны листов;
- аннотации, размеры, условные обозначения.

задание на цифровую информационную модель заказчиком (EIR). План исполнения BIM-модели (ВЕР) подготавливался со стороны подрядчика.

Методику работы со средой общих данных, включающую план выполнения BIM-модели (BEP) и требования к обмену информации (EIR), можно представить в виде схемы взаимодействия участников проекта (рис. 4).

не подразумевают работы с программным комплексом Revit, после выполнения экспортируются в формат, который позволяет перенести данные (.ifc, .xml и тд), и импортируют в Revit с помощью надстроек. Раздел генплан переводится с помо-

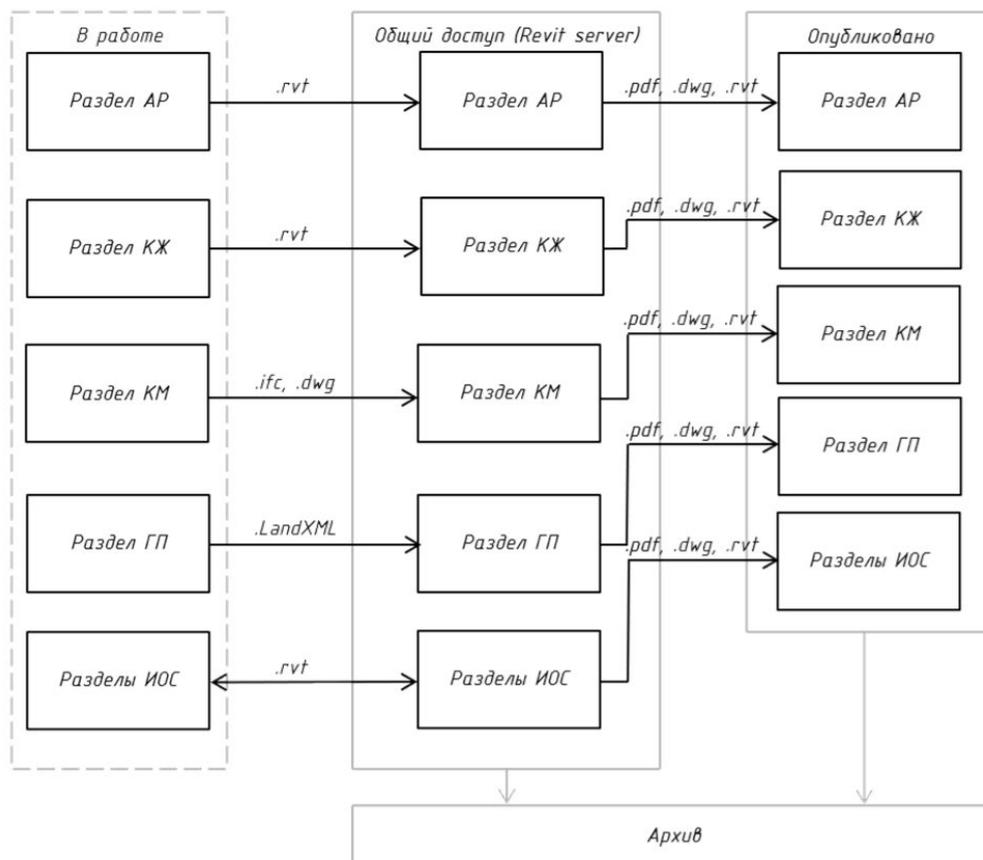


Рис. 4. Схема взаимодействия в СОД проекта «Международный медицинский кластер. Биотехнологическая лаборатория»

Информационная модель проходит через четыре основных статуса [6–10]:

- «В работе»;
- «Общий доступ»;
- «Опубликовано»;
- «Архив».

Статус «В работе» включает разработку ЦИМ проектировщиком в программных комплексах, в частности в Autodesk. После окончательного формирования информационной модели ЦИМ получает статус «Общий доступ». Модели с таким статусом размещаются на общедоступной площадке (в данном проекте такой площадкой является Revit Server подрядчика), в котором обеспечен доступ для всех участников проекта. С помощью Autodesk Revit можно обеспечить совместную работу между разделами с обменом информации без какой-либо ее потери. Участники проекта, разделы которых

с помощью надстройки в Revit, позволяющей переводить расширение .LandXML в элементы топографии или внутреннего конвектора (раздел конструкции металлические экспортирует ЦИМ в расширение .ifc и импортирует его в Revit). Перед получением статуса «Опубликовано», ЦИМ должны пройти этапы проектирования, которые описаны в BEP. В конце каждого этапа должна производиться контрольная проверка на коллизии (в данном проекте осуществляется с помощью Autodesk Navisworks). После прохождения этапов и проверок, результаты моделирования экспортируются в неотредактируемом, редактируемом и нативном формате, соответственно, .pdf, .dwg, .ifc. В архив попадают модели с каждым прохождением этапа для формирования журнала изменения.

Для первых двух этапов характерно формирование цифровых информационных моделей

эскизных проектов разделов «архитектурных решений» и «конструктивные и объемно-планировочные решения». После формирования информационных моделей в Autodesk Revit они загружаются на Revit Server, откуда путем внутрипрограммного взаимодействия (загрузка связей Revit) собирается информация для проектирования.

Основным файлом для контроля качества моделей является координационный файл проекта. В данном файле находятся все цифровые модели разделов и хранится необходимая информация, определяющая местоположение проекта и представляющая все разделы в пространстве (координаты, оси и уровни). Координационный файл сам по себе не содержит никаких элементов – все разделы являются ссылками на актуальные проекты. С помощью файла координации производится экспорт модели в специализированные программные комплексы для выявления коллизий (в данном проекте применен Autodesk Navisworks).

Проверки на коллизии, проводимые в Navisworks, делятся на два типа (рис. 5): текущие – проверки, проводимые согласно графику (для

проектирования или запрос со стороны участников проекта.

Проверки на коллизии должны проходить в соответствии с матрицей коллизий. Они должны иметь приоритет в очередности устранения, приоритет:

первый – критические пересечения, которые должны исправляться в первую очередь;

второй – коллизии, отнесенные ко второму приоритету, исправляются после первых;

третий – данные коллизии исправляются в последнюю очередь, не считаются критическими.

Некритичные коллизии для пересечения модели архитектурных решений (АР) являются пересечения:

– с импостами витражей. Дублирование импостов витражей;

– элементов лестниц с элементами лестниц модели конструктивных решений (КР). При этом лестничные марши двух разделов должны совпадать по ширине и количеству ступенек, а лестничные площадки по двум основным габаритами – ширине и длине;

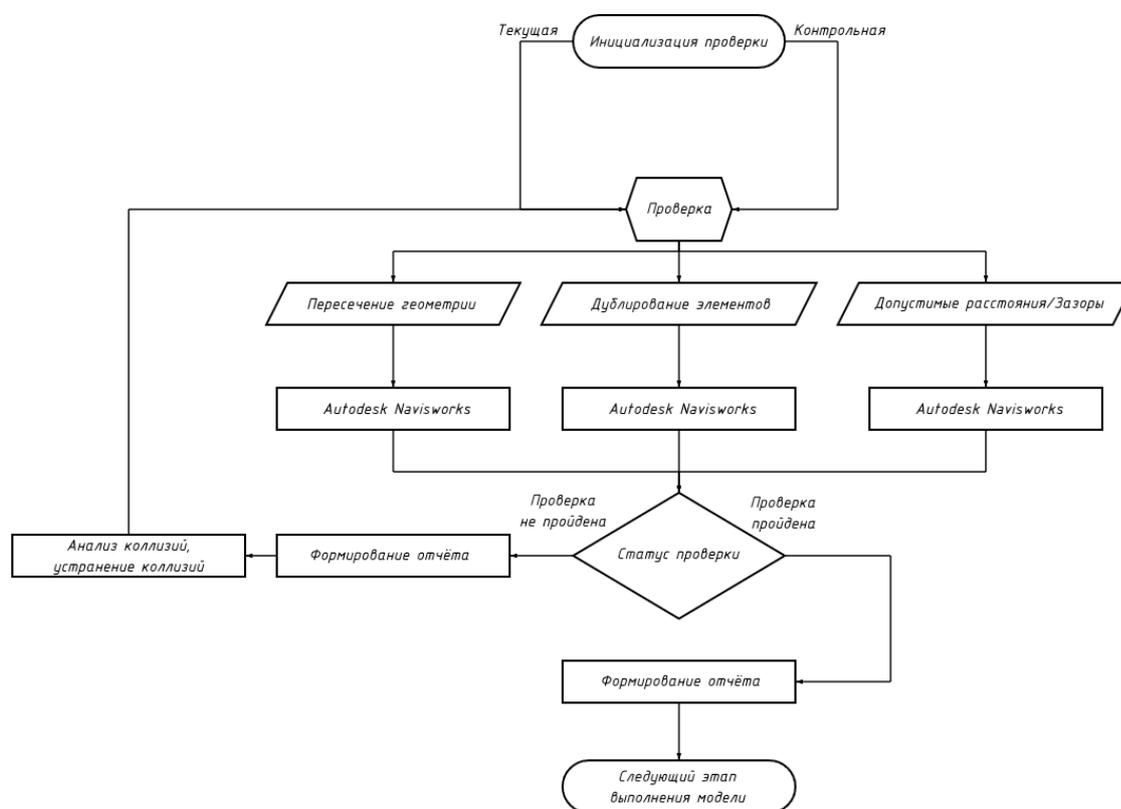


Рис. 5. Схема проверки ЦИМ

данного проекта раз в две недели); контрольные – проверки, осуществляемые в конце каждого этапа

– стена/перемычка; – с наличниками семейства архитектурных две-

Таблица 1. Цветовое распределение разделов ЦИМ

Раздел ЦИМ	Цвет	Название и код цвета (RGB)
Раздел АР		Фиолетовый – 140, 0, 255
Раздел КР		Голубой – 0, 90, 255
Раздел АУПТ		Розовый – 255, 190, 200
Раздел ВК		Синий – 0, 0, 255
Раздел ОВ – отопление		Красный – 255, 0, 0
Раздел ОВ – вентиляция		Зеленый – 0, 255, 0
Раздел ОВ – кондиционирование		Желтый 255, 255, 0
Раздел ЭМ		Ярко-розовый – 230, 0, 200
Раздел СС		Оранжевый – 255, 155, 0
Раздел ТХ		Белый – 0, 0, 0

рей;

- парапетных и балконных ограждений с фасадными элементами АР;
- кровельного оборудования с элементами кровли (воронки, парапеты);
- выступающих профилей с элементами АР;
- козырьков с витражами и фасадными стенами.

Некритичные коллизии для пересечения модели КР пересечения:

- элементов лестниц с элементами лестниц АР модели. При этом лестничные марши двух разделов должны совпадать по ширине и количеству ступенек, а лестничные площадки по двум основным габаритами – ширине и длине;
- конструктивных элементов лестниц КР с элементами моделей АР. Например, опорные зубья лестничных площадок или порожки лестничных маршей;
- геометрически сложных элементов между собой (кольцевые пандусы, круговые стены с переменной высотой и прочее);
- элементов молниезащиты с любыми конструкциями;
- элементов категории «несущая арматура» с

любыми конструкциями;

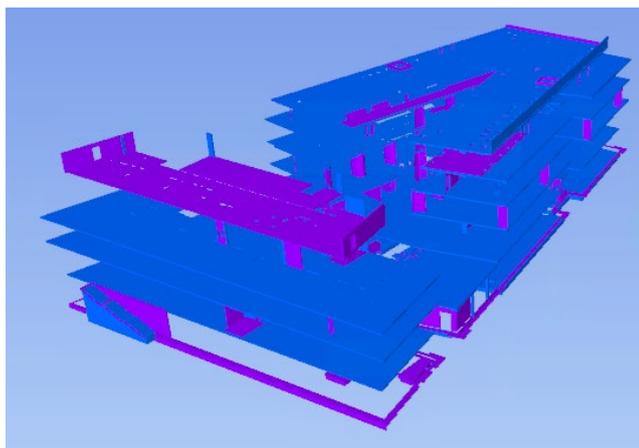
- с закладными деталями, которые предполагают бетонирование;
- с архитектурными стенами, расположенными под углом к стенам КР (ограниченный функционал Revit не позволяет стандартными способами соединять элементы из связанного файла);
- свай с фундаментной плитой и бетонной подготовкой величиной до 100 мм (связано с узлом заделки свай).

Некритичные коллизии для пересечения моделей инженерных оборудования и сетей (ИОС) пересечения:

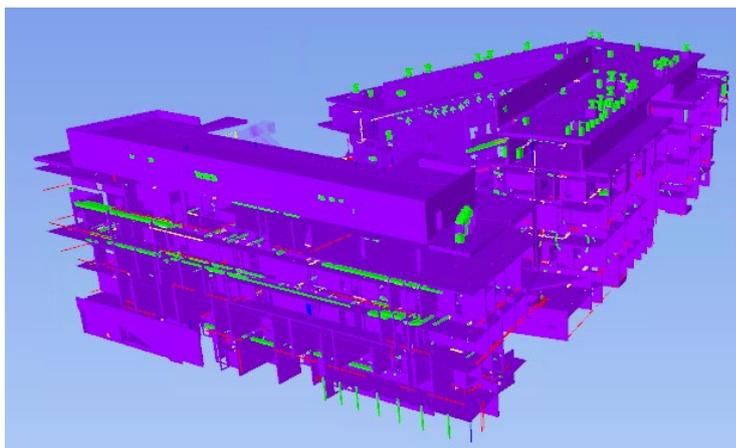
- одиночных труб условным диаметром 50 мм и менее со стенами и перекрытиями.
- труб/лотков с фитингами в местах соединений (хомуты, элементы соединения с трубой/коробом и т.п.);
- некорректное отображение геометрии (изоляция труб, фитинги, и т.п.);
- труб/лотков с оборудованием в местах соединений (возможны при расположении точек соединения в углублении оборудования);
- инженерных сетей и элементов отделочных слоев;

Таблица 2. Результат проверок на пересечения при проектировании ОКС «Международного медицинского кластера. Биотехнологическая лаборатория»

Проверки	Дата проверки		
	Этап 1	Этап 2	Этап 3
АР/АР	2 307	2 298	124
АР/КР	399	394	135
АР/ИОС	7 239	6 846	245
КР/КР	232	242	45
КР/ИОС	1 074	1 054	37
ИОС/ИОС	550	521	52

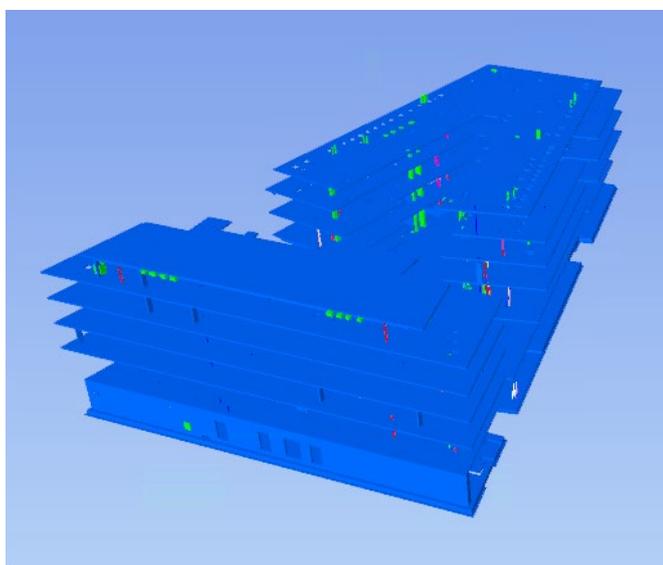


а

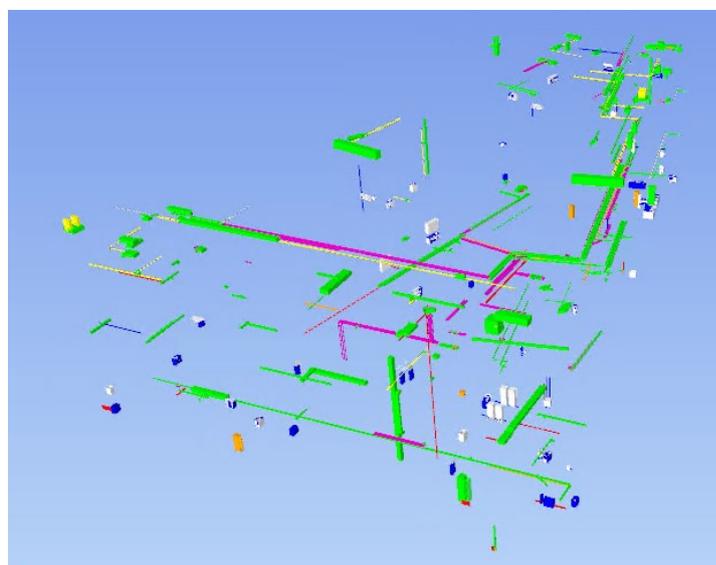


б

Рис. 6. Междисциплинарная проверка на пересечение:
а – разделов АР и КР; б – разделов АР и ИОС



а



б

Рис. 7. Междисциплинарная проверка на пересечение:
а – разделов КР и ИОС; б – между разделами ИОС

– можно пренебречь вертикальными пересечениями лотков и труб с подвесным потолком;

– КИВов со стенами АР и КР.

Результаты проверок создаются и хранятся в программе Autodesk Navisworks Manage в формате .nwd. Отчеты формируются в табличной форме .html. В файле отчета .nwd все коллизии фиксируются в виде точек обзора и отображаются в функции Clash Detective.

Сводная информационная модель подвергается визуальному анализу. Проверяются следующие элементы:

– доступ к инженерному оборудованию (необходимое место для обслуживания оборудования);

– проезды и машиноместа – анализируется высота до перекрытия, фальшпотолка или инже-

нерных коммуникаций. Высота должна быть выше 2,2 м или согласно заданию заказчика.

После выявления коллизий на пересечения подготавливается ЦИМ [11, 12], в которой пересекаемые элементы выделяются цветом (табл. 1). Подготовленная модель сохраняется в формате .nwd и загружается в Autodesk Revit с помощью внутрпрограммной функции «Координационная модель».

В процессе проектирования «Международного медицинского кластера. Биотехнологическая лаборатория» проводились контрольные междисциплинарные проверки на пересечения (рис. 6, 7). Эти проверки сведены в таблицу (табл. 2). Проверки сведены по трем основным этапам:

– данный этап подразумевает конец подготовки

стадии ПД для разделов АР и КР, начало подготовки стадии ПД для разделов ИОС;

– данный этап подразумевает конец подготовки стадии ПД для разделов ИОС и корректировку разделов АР и КР;

– данный этап подразумевает конец подготовки РД разделов АР, КР и ИОС.

Таким образом, исходя из проведенных проверок, можно наблюдать следующие возникающие ошибки. В разделе архитектурных решений наблюдаются пересечения между отделочным слоем и несущими конструкциями, что приводит к некорректным подсчетам объемов используемого материала отделки. Наблюдаются пересечения конструкций водостоков с кровельным покрытием. Такие пересечения можно считать некритичными. Между разделами АР и конструктивных и объемно-планировочных решений наблюдаются пересечения между отделочным слоем и несущими конструкциями, что приводит к некорректным подсчетам объемов используемого материала отделки. Между разделами АР и КР видны пересечения и некорректное положение несущих конструкций. Между разделами АР и ИОС есть

пересечения, связанные с недостатком подготовленных отверстий для разделов ИОС. В разделе КР заметны пересечения несущих конструкций, что влияет на конечный объем используемого материала. Малая часть пересечений является неустранимой в связи с особенностями Revit и сложностью форм. Между разделами КР и ИОС наблюдаются пересечения, связанные с недостатком подготовленных отверстий для разделов ИОС. В разделах ИОС наблюдаются пересечения между инженерными сетями, что требует пересмотра трассировки сетей.

Полученные результаты в совокупности позволяют утверждать, что работа по систематизации требований заказчика к ЦИМ посредством документов EIR и ВЕР необходима. Это обстоятельство позволяет проектировщику учитывать особенности и пожелания заказчика при разработке ЦИМ. План исполнения BIM-модели облегчает взаимодействие между заказчиком и исполнителем, что, в свою очередь, повышает качество проектирования объекта капитального строительства и существенно снижает количество ошибок при разработке ЦИМ на этапе проектирования.

Список источников

1. Ланцов А.Л. Компьютерное проектирование зданий: REVIT 2015. М.: Consistent Software Distribution; ПИОП, 2014. 664 с.
2. Кривой С.А., Семин А.И., Попов А.В. Взаимосвязь BIM-сценариев в рамках инвестиционно-девелоперского проекта // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2018. № 2(65). С. 20–39. [Электронный ресурс]. URL: [https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2018/2\(65\)/2_Krivoy_65.pdf?ysclid=lmii-2wdomp802873727](https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2018/2(65)/2_Krivoy_65.pdf?ysclid=lmii-2wdomp802873727) (01.06.2023).
3. Астафьева Н.С., Кибирева Ю.А., Васильева И.Л. Преимущества использования и трудности внедрения информационного моделирования зданий // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. № 8(59). С. 41–62. [Электронный ресурс]. URL: [https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2017/8\(59\)/3_Kibireva_59-\(1\).pdf?ysclid=lmii7xxzie163229632](https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2017/8(59)/3_Kibireva_59-(1).pdf?ysclid=lmii7xxzie163229632) (03.06.2023).
4. Морозова Н.Е., Аль-Згуль С.Х. Управление проектом внедрения технологий информационного моделирования на предприятиях строительной отрасли // Инженерный вестник Дона. 2018. № 4(51). С. 41–62. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-proektom-vnedreniya-tehnologiy-informatsionnogo-modelirovaniya-na-predpriyatiyah-stroitelnoy-otrasli/viewer> (06.06.2023).
5. Степанов А.В., Гильмиярова Ю.В. Разработка уровней детализации (LOD) объектов в ПК Autodesk Revit // Ползуновский альманах. 2019. № 2-2. С. 100–102. [Электронный ресурс]. URL: https://elib.altstu.ru/journals/Files/archive/pa/2019/PA_2_2_2019.pdf (10.06.2023).
6. Агудина Т.Н. Формирование информационной модели объекта капитального строительства // Инновационная наука. 2021. №12-2. С. 18–20. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-informatsionnoy-modeli-obekta-kapitalnogo-stroitelstva/viewer> (07.06.2023).
7. Шарманов В.В., Мамаев А.Е., Болейко А.С. Трудности поэтапного внедрения BIM // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 10(37). С. 108–120. [Электронный ресурс]. URL: [https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2015/10\(37\)/8_sharmanov_37.pdf?ysclid=lmijui4wv799432847](https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2015/10(37)/8_sharmanov_37.pdf?ysclid=lmijui4wv799432847) (09.06.2023).
8. Зеньков Е.В., Цвик Л.Б., Пыхалов А.А. Дискретное моделирование напряженно-деформированного состояния плоскоцилиндрических образцов с концентраторами напряжений в виде канавок // Вестник ИргТУ. 2011. № 7(54). С. 6–12.
9. Шлак Е.В., Кузнецова И.С. Методы автоматизации проверки ЦИМ на соответствие требованиям при прохождении государственной экспертизы // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (г. Санкт-Петербург, 19–21 апреля 2023 г.). Санкт-Петербург, 2023. С. 212–222.
10. Лосев К.Ю. Подход к информационной поддержке среды общих проектных данных в жизненном цикле объекта капитального строительства // Вестник евразийской науки. 2018. Т. 10, № 6. С. 65. [Электронный ресурс]. URL: <https://esj.today/PDF/94SAVN618.pdf?ysclid=lmik6pnfqi845897627> (09.06.2023).
11. Шеверова А.О., Зеньков Е.В., Чжан Л., Чэнь П. Организация процедур хранения, администрирования BIM-моделей и сервисов для совместной работы над BIM-проектами // Молодежный Вестник ИргТУ. 2022. №4. С. 788–793. [Электронный ресурс]. URL: <http://xn--b1agjigi1ai.xn--p1ai/journals/2022/04/articles/18> (10.06.2023).
12. Макиша Е.В., Мочкин К.А. Состояние и перспективы применения систем проверки информационных моделей строительных объектов // Строительство: наука и образование. 2021. Т. 11, № 4. С. 70–86. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-i-perspektivy-primeneniya-sistem-proverki-informatsionnyh-modeley-stroitelnyh-obektov/viewer> (10.06.2023).

Информация об авторах / Information about the Authors

Евгений Вячеславович Зеньков,

к.т.н., доцент,
доцент кафедры механики и сопротивления материалов,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский технический
университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
jovanny1@yandex.ru

Виталий Александрович Зотов,

студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский технический
университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
h.k.1999@list.ru
satstamb@gmail.com

Гао Хайбо

студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский технический
университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
214720024@qq.com

Сюй Кай

студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский технический
университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
214720024@qq.com

Evgeniy V. Zenkov,

Cand. Sci. (Technics), Associate Professor,
Mechanics and Resistance of Materials Department,
Architecture, Construction and Design Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
jovanny1@yandex.ru

Vitaliy A. Zotov,

Student,
Architecture, Construction and Design Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
h.k.1999@list.ru
satstamb@gmail.com

Guo Huibo

Student,
Architecture, Construction and Design Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
22450599@qq.com

Sui Kui

Student,
Architecture, Construction and Design Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
22450601@qq.com

Строительство ГЭС как градообразующий фактор на примере городов Братск, Усть-Илимск

© С.В. Раров, А.И. Баргаева, К.Г. Иванова

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В первой части статьи собраны некоторые факты об истории основания сибирских городов Братск, Усть-Илимск, Иркутск. В качестве основных источников приводятся: книга «Страницы истории старого Братска» Р.В. Кондратенко, труды Г.Ф. Миллера «История Сибири», труды А.П. Окладникова, книга Манасейна В.С. «История с библиографией». В основной части статьи рассказывается о событиях XX века, новой эры развития этих территорий и промышленного роста Сибири. Упомянуты известные личности своего времени (инженер путей Критиков, ученый А.Л. Чекановский, В.М. Малышев и А.Н. Вельнер, сделавшие доклад «Водные силы Ангары и возможности их использования» (1917 г.)), которые определили перспективы развития водного бассейна Ангары. Также речь идет о природно-климатических условиях строительства Братской ГЭС. В заключительной части статьи рассказывается о современной жизни городов Братск и Усть-Илимск, а также о насущных проблемах и путях их решения. А именно, приводятся показатели развития промышленности, роста населения в г. Братск. Затем речь идет о промышленных предприятиях г. Усть-Илимск, реконструкции Парка Победы «Три звезды». Также перечислены какие предприятия и учреждения в настоящее время закрылись в г. Усть-Илимск.

Ключевые слова: градостроительство, ГЭС, Братск, Усть-Илимск

Благодарности: Эта статья написана на основе статей ветеранов Братскгэсстроя, непосредственно участвовавших в строительстве основных объектов Братск-Усть-Илимского территориально-производственного комплекса и других источников.

Construction of a hydroelectric power station as a city-forming factor in the case of the cities of Bratsk and Ust-Ilimsk

© Sergey V. Rarov, Anastsia I. Bargaeva, Kristina G. Ivanova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The first part of the article contains some facts about the history of the founding of the Siberian cities of Bratsk, Ust-Ilimsk, and Irkutsk. The main sources are: the book "Pages of the History of Old Bratsk" by R. V. Kondratenko, works by G. F. Miller "History of Siberia", works by A. P. Okladnikova, book by Manassein V. S. "History with Bibliography". The main part of the article tells about the events of the 20th century, a new era in the development of these territories and the industrial growth of Siberia and mentions famous personalities of their time (road engineer Krikov, the scientist A.L. Chekanovsky, V.M. Malyshev and A.N. Velner, who made report "Water forces of the Angara and the possibility of their use" (1917)), which determined the prospects for the development of the Angara water basin. The main part of the article deals with the events of the 20th century, the new era of the development of these territories and the industrial growth of Siberia, the natural and climatic conditions of the construction of the Bratsk hydroelectric power station, and also the famous personalities of the time (road engineer Krikov, the scientist A.L. Chekanovsky, V.M. Malyshev and A.N. Velner, who made a report "Water forces of the Angara and the possibilities of their use" (1917)), which determined the prospects for the development of the Angara water basin. The final part of the article tells about the modern life of the cities of Bratsk and Ust-Ilimsk, as well as about the pressing problems and ways to solve them, namely, there are indicators of industrial development, population growth in Bratsk. Then the article deals with the industrial enterprises of Ust-Ilimsk, the reconstruction of the Victory Park "Three Stars", it also lists which enterprises and institutions are currently closed in Ust-Ilimsk.

Keywords: urban planning, hydroelectric power station, Bratsk, Ust-Ilimsk

Acknowledgement: The article is written on the basis of articles by Bratskgesstroy veterans who were directly involved in the construction of the main facilities of the Bratsk-Ust-Ilimsk Territorial Production Complex and other sources.

Введение

Освоение новых земель является причиной рождения новых городов. Варианты происхождения могут быть разными. Многие города XX века возникли благодаря открытию месторождений полезных ископаемых, например, Железногорск в Курской области, Ухта в республике Коми и Норильск в Красноярском крае. Другие города появились благодаря сооружению гидроэлектростанций.

В книге «Гигант на Ангаре» Ковалев А.Я. отмечает: «Вместе со строительством ГЭС растут новые города, новые заводы и фабрики, развивающиеся крупные промышленные районы, преобразуется природный ландшафт. Сооружения ГЭС, играя большую градообразующую роль в то же время непосредственно участвуют в формировании городского ансамбля, в создании облика крупного городского образования (Волхов, Запорожье, Жигулевск, Братск, Дивногорск)» [1].

Нет сомнений, что великая сибирская река Ангара дала жизнь многим российским городам, в том числе Иркутску, Братску, Усть-Илимску. Интересна история основания и развития этих городов [2, 3].

В книге «Страницы истории старого Братска» Р.В. Кондратенко можно найти упоминание о труде Г.Ф. Миллера «История Сибири» (1760 г.), где говорится об отправке служивых людей в 1630 году «в Брацкую землю приводить и усмирить брацких людей под государскую высокую руку и для укрепления и шатости острогу ставить с атаманом Максимом Перфильевым да с десятником с Семейкою Родюковым енисейских старых служивых людей 30 человек» [4].

В XVII веке в местах близ нынешнего города Братска проживало как русское население (казаки-переселенцы), так и прибывшие позднее «ясачные иноземцы», в основном тунгусы (эвенки) и монахи Братской Спасской пустыни. По словам А.П. Окладникова «среди крестьян и жителей Братского острога явно было немало ссыльных и беглых людей» [4]. Н.Г. Спофарий так описывал острог: «А острог стоит на ровном месте. А в остроге церковь во имя Пресвятыя Богородицы Владимирския. А жилых дворов казачьих с 20. Да под острогом течет река Ока. А вытекла из степи, а по ней живут пашенные крестьяне и братья. И от Брацкого острога реку Тунгуску называют Ангарою» [4].

Уникальны события становления Иркутска. В книге Манассейна В.С. «История с библиографией» отмечается, что этот губернский город

«благодаря своему выгодному географическому положению – в центре разветвления путей, уже в первой половине XVIII столетия превратился в мощный торговый центр всей Восточной Сибири, в состав которого входили Приенисейский край, Якутия, Забайкалье и даже Охотский край с Камчаткой» [5]. Через Братск также проходил важный торговый путь по Ангаре к Байкалу, затем в Забайкалье, Даурию и Китай. Однако с вытеснением воинственных племен и постройкой Иркутского острога открылся удобный и безопасный путь и значение Братска стало падать [6].

К середине XIX века вблизи села Братск-Острожный открыли месторождение железной руды. Росли села, прибывало и трудилось население по берегам Ангары. И вот в начале XX века наступила новая эра для развития этих территорий и промышленного роста Сибири.

В 1906 году в Иркутске состоялось совещание по вопросам развития путей сообщения в Сибири. Обсуждались проблемы соединения богатейших районов России и прозвучало предложение о сооружении северной ветки Транссибирской магистрали от Тулуна или Тайшета через Братск и северное побережье Байкала с выходом на Тихий океан [6].

Инженер путей сообщения Крутиков предложил построить на Ангаре каскад гидроэлектростанций и извлечь «даровую двигательную силу природы» [6]. Предполагалось, что общая мощность ГЭС составит 600 тысяч лошадиных сил. Инженер Крутиков утверждал, что наряду с развитием электрометаллургии, производства железа и стали, переустройством быта населения «самое выдающееся применение живой силы ангарских порогов в виде электрической энергии было бы применение и для движения поездов железной дороги» [6].

Известны первые исследования геологического строения долины Ангары ссыльным польским ученым А.Л. Чекановским (60-е года XIX века), который проживал в селе Братск-Острожный [6].

В 1894 году через ангарские пороги вниз прошел первый пароход, но вверх по течению это не представлялось возможным, так как Ангара разбивала суда о камни. В 1917 году Министерство путей сообщения поручило В.М. Малышеву и А.Н. Вельнеру изучить гидрологический режим реки. В 1920 году в комиссию ГОЭЛРО был представлен доклад «Водные силы Ангары и возможности их использования». В нем говорилось: «Не подлежит сомнению, что в будущем Ангара и весь приан-

гарский район займут соответствующее место в Сибири...» [6].

В 1924–1925 годах от В.М. Малышева поступило предложение построить четыре ГЭС: Байкальскую (Иркутскую), в Падунском, Долгом и Шаманском порогах. В 1935 году были определены перспективы развития водного бассейна Ангары. Первой должна была строиться Байкальская ГЭС, затем – Братская. Лишь после войны в 1950 году было принято решение о строительстве Иркутской ГЭС, а в сентябре 1954 года – о строительстве Братской ГЭС.

Будущая плотина Братска должна была располагаться «ниже Падунских порогов, где долина Ангары резко сужается. Обрывистые берега поднимаются здесь над урезом реки на 75–80 метров. Русло реки, правый и левый берега в пределах Падунского сужения сложены из крепких скальных пород – диабазов. Породы основания обладают высокой прочностью и малой водопроницаемостью» [7]. Район строительства «характеризуется суровыми климатическими условиями. Климат резко континентальный: абсолютная минимальная температура -58°C , максимальная $+35^{\circ}\text{C}$. Продолжительность зимнего периода со среднемесячной температурой ниже -15°C – более полугода, продолжительность безморозного периода всего 84 дня» [7].

«Созданное море изменило микроклимат прибрежной полосы. Оно стало аккумулятором тепла. Температура воды в верхних слоях достигает в июле – августе 25°C . Но на глубине ниже 20 м температура круглый год одна и та же $+6^{\circ}\text{C}$ » [1].

На окраине села Братск в одном бараке разместились Ангарская изыскательная экспедиция, в другом бараке обосновалась контора стройки. На стройку прибывали специалисты и молодые энтузиасты: плотники, бетонщики, автомобилисты, механизаторы, инженеры, техники. Стройка начиналась с палаток, первая палатка была установлена 9 декабря 1954 года у Падунских порогов. Были построены щитовые дома, гараж, кузница, сруб для дизельной электростанции.

Авторы издания «Братск – Богучаны» (1977 г.) Н.И. Перк и Л. Шинкарев пишут: «Братская ГЭС была результатом работы мысли тысяч людей. Они выдавали рекомендации, чертежи, схемы, которые позволили сократить время строительства, сэкономить огромные средства. Некоторые из научных разработок имели выдающееся значение не только для сооружения сибирского гидроузла, но и для всей строительной практики в

нашей стране» [8] (рис. 1).

В 1955 году построили первый двухэтажный восьмиквартирный дом. На правом берегу началось строительство поселка Гидростроитель, 23 ноября того же года открылось движение по железнодорожному пути (правый берег Братской ГЭС, железная дорога Тайшет–Лена, Транссибирская магистраль), что позволило поставлять технику и стройматериалы. Возводились одновременно и ГЭС, и дома, и школы, и больницы. В тяжелейших условиях (болота, сопки, бурелом, ручьи, суглинки) велось строительство дороги Братск – Падун. В 1961 году началась прокладка просеки для дороги к месту будущей Усть-Илимской ГЭС (254 км).

Следует отметить, что условия эксплуатации техники в зимний период ограничены по температуре (-30°C). Утром под каждой машиной горели костры, в гаражи не ехали, прямо на льду Ангары делали профилактику технике [6].

При проектировании городов Братска и Усть-Илимска сохранялись лесные массивы в зонах массового отдыха. В пригородных районах строились профилактории, лыжные базы, дома охотников и рыболовов, детские лагеря отдыха. Особое место было отведено развитию сельского хозяйства. Строители ГЭС также расчищали площади для новых сел и полей, снимали лес, корчевали пни [6]. Возведение Братской гидроэлектростанции решало проблему энергообеспечения строящегося комбината в отдаленной перспективе. Поэтому для скорейшего снятия энергетического дефицита было принято решение о срочном строительстве собственной мощной ТЭЦ. В июле 1956 г. началось строительство новой ТЭЦ, ее оснастили самым новейшим для того времени оборудованием [9, 10].

Несмотря на значительную удаленность (200–300 км) были построены десятки новых сел и поселков. Наряду с ГЭС, Братским лесопромышленным комплексом и Братским алюминиевым заводом возводились фабрики и заводы местной промышленности (пищевая, швейная).

Современный Братск – крупный промышленный центр региона. Братская ГЭС (рис. 1) произвела 1,2 трлн киловатт часов электроэнергии за весь период работы. Это высший показатель среди всех ГЭС Европы и России. В Братске производится 38 % российского алюминия, 22 % целлюлозы, 18 % ферросплавов, 14 % гидроэнергии страны.

Однако хотелось бы ускорить строительство новых социальных объектов, современных мест отдыха для братчан (рис. 2). Жизненно необходимо законодательно утвердить необходимые мероприятия по сохранению и укреплению здоровья населения.

Что же касается роста населения, известны следующие факты: в 1951 г. в Братске проживало 4 тыс. человек, в 1956 г. – 18 тыс. человек, в 1957 г. – 37 тыс., в 1960 г. – 61 тыс. в 1964 г. – 100 тыс. В 1965 г. – через 10 лет после образования города – его население вместе с рабочими поселками достигло 140 тыс. человек [1]. Братск посетили многие правительственные, партийные и парламентские делегации всех континентов, представители деловых кругов, журналисты, ученые, писатели, сотни тысяч туристов. Выступивший в 1953 году на митинге в Братске кубинский лидер Фидель Кастро сказал: «Мы очень много слышали о вашем труде, но это не идет ни в какое сравнение с тем, что мы увидели своими глазами».

На сегодняшний день город Усть-Илимск

(рис. 3, 4) (население по переписи 2021 года составляло 79570 человек) существует благодаря ГЭС, а также крупным промышленным предприятиям (ТЭЦ, ИЛИМ (производит беленую и небеленую целлюлозу, лесохимию, круглые лесоматериалы), АО «Агрофирма Ангара» (многоотраслевое сельскохозяйственное предприятие, в котором занимаются растениеводством, тепличным овощеводством, содержат пастбища, кормовые угодья, поголовье племенного скота, производят большой ассортимент молочной и кисло-молочной продукции).

В городе действуют 2 кинотеатра, 2 дома культуры. Недавно была проведена реконструкция Парка Победы «Три звезды». Парк был открыт к 40-летию Великой Победы 9 мая 1985 года. Были установлены мемориальные мраморные доски с фамилиями солдат, ушедших на фронт из илимских и ангарских деревень и погибших на полях войны (около 700 мужчин). В 1995 году к мемориалу добавили музей боевой техники под открытым небом. Также в Усть-Илимске есть краеведческий



Рис. 1. Вид на Братскую ГЭС (фото Ивановой К.Г. 2022 г.)



Рис. 2. Элементы благоустройства г. Братска (фото Ивановой К.Г. 2022 г.)



Рис. 3. Город Усть-Илимск. Левый берег. 1977 г.¹



Рис. 4. Вид на г. Усть-Илимск²

¹Братск ГЭССТРОЙ фотоальбом. – Братск, фотослужба, 1980. – 54 с. ил. (фонд библиотеки ИРНТУ)

²Сайт ИЛИМ24. Усть-Илимск информационный//Усть-Илимская ГЭС [Электронный ресурс]

<https://ilim24.ru/gallery/?id=ges&page=10h> (08.06.2023)

музей, стадионы (зимой – катки) без специального покрытия.

В 2021 году в Усть-Илимске был закрыт хлебозавод, где производили также квас и лимонад. Перестал существовать пивзавод, мясокомбинат, что привело к подорожанию привозных продуктов. На сегодняшний момент закрыт единственный ВУЗ, остались лишь среднетехнические образовательные учреждения, что влечет отток молодежи из города. Также существуют проблемы с автобусным сообщением внутри города и междугородним

сообщением. Например, железнодорожный вокзал находится за городом и туда нужно добираться своим ходом. Задача будущих поколений – сохранить уникальные города Ангарского бассейна, дать новый импульс развития, решить все насущные проблемы населения.

Таким образом, необходимо обеспечение жилых районов городской инфраструктурой и образовательными учреждениями, транспортной сетью. Это привлечет молодежь, что будет способствовать развитию сибирских регионов.

Список источников

1. Ковалев А.Я. Гигант на Ангаре. М.: Стройиздат, 1970. 240 с.
2. Оглы Б.И. Иркутск: О планировке и архитектуре города. Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 1982. 112 с.
3. Пежемский П.И. Панорама Иркутской губернии. Иркутск: Артиздат. 2020. 400 с.
4. Кондратенко Р.В. Страницы истории старого Братска. СПб.: Издательско-полиграфический комплекс «Гангут», 2020. 300 с.
5. Манассейн В.С. История с библиографией: сб. статей. Иркутск: ООО НПФ «Земля Иркутская», 2010. 300 с.
6. Брюханов Г.В., Каган Ф.Л., Масленников И.М., Морозов А.Ф., Семенов А.Н. и др. Свет Ангары. Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 1980. 400 с.
7. Гимельштейн А.В. Свет негасимый. Иркутск: Восточно-Сибирская издательская компания, 2004. 391 с.
8. Перк Н.И. Братск – Богучаны. М.: Советская Россия, 1977. 142 с.
9. Ситов И.С., Иванов В.А., Тищенко О.В., Ковригина С.В., Кудашкин В.А., Кунжаров Е.М. [и др.] Труды Братского государственного университета. Сер.: Гуманитарные и социальные проблемы развития регионов Сибири. Братск: БрГУ, 2011. 180 с.
10. Винокуров М.А., Суходолов А.П. Экономика Иркутской области: в 6 т. Иркутск: БГУЭП, 2009. Т. 6. С. 61

Информация об авторах / Information about the Authors

Раров Сергей Вадимович,

студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
rarov2019@inbox.ru

Баргаева Анастасия Игоревна,

студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
bargaeva.nastya26@mail.ru

Иванова Кристина Геннадьевна,

старший преподаватель кафедры архитектуры и градостроительства,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
kristi-iv@mail.ru

Sergey V. Rarov,

Student,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
rarov2019@inbox.ru

Anastasia I. Bargaeva,

Student,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
bargaeva.nastya26@mail.ru

Kristina G. Ivanova,

Senior Lecturer,
Architecture and Urban Planning Department,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
kristi-iv@mail.ru

Обзор состояния вопроса проектирования зданий, устойчивых к прогрессирующему обрушению

© М.А. Храмовских, В.П. Яценко

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Работа посвящена вопросам расчета зданий и сооружений нормального уровня ответственности на устойчивость к прогрессирующему обрушению. Актуальность темы связана с высокими темпами нового строительства и наличием значительного количества зданий, возведенных без учета требований устойчивости к локальному разрушению вследствие аварийного воздействия. Целью исследования является обоснованный выбор метода расчета на прогрессирующее обрушение для проектируемого здания. Рассмотрены нормативные требования к расчету здания нормального уровня ответственности на прогрессирующее обрушение, приведены основные характеристики применяемых методов расчета, их достоинства, недостатки и возможности применения. Проведен сравнительный анализ квазистатического, динамического и кинематического методов расчета на устойчивость к прогрессирующему обрушению. На основе произведенного анализа действующих нормативных документов для зданий нормального уровня ответственности отмечено наличие противоречий в требованиях по расчету на прогрессирующее обрушение. В итоге, проектировщику в своей работе приходится самостоятельно выбирать как метод расчета, так и порядок его проведения. Произведен обзор научной литературы по расчету на устойчивость зданий и сооружений к прогрессирующему обрушению. Обоснована актуальность проведения расчета на прогрессирующее обрушение с учетом воздействия динамических нагрузок, а также физической, конструктивной и геометрической нелинейностей.

Ключевые слова: прогрессирующее обрушение, нормативная литература, проектирование, анализ, методы расчета

On the issue of designing buildings resistant to progressive collapse

© Mikhail A. Khramovskikh, Vladimir P. Yashchenko

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article is devoted to the issues of calculating buildings and structures of a normal level of responsibility for resistance to progressive collapse. The relevance of the topic is associated with the high pace of new construction and the presence of a significant number of buildings erected without taking into account the requirements of resistance to local destruction due to emergency impact. The purpose of the study is to reasonably select the method of calculation for progressive collapse for the designed building. The article examines the regulatory requirements for the calculation of a building of a normal level of responsibility for progressive collapse, presents the main characteristics of the calculation methods used, their advantages, disadvantages and application possibilities, and presents a comparative analysis of quasistatic, dynamic and kinematic methods for calculating resistance to progressive collapse. Based on the analysis of the current regulatory documents for buildings of normal level of responsibility, the presence of contradictions in the requirements for calculating progressive collapse was noted. As a result, the designer in his work has to independently choose both the calculation method and the procedure for its implementation. The article reviews the scientific literature on the calculation of the resistance of buildings and structures to progressive collapse, and substantiates the relevance of carrying out calculations for progressive collapse taking into account the impact of dynamic loads, as well as physical, structural and geometric nonlinearities.

Keywords: progressive collapse, normative literature, design, analysis, calculation methods

Введение

Вопрос устойчивости зданий к прогрессирующему (лавинообразному) обрушению рассматривается учеными с 60-х годов XX века, однако разработка методов и способов проведения расчета, применение эффективных конструктивных мероприятий, обеспечивающих живучесть конструктивной схемы здания,

является актуальными и в настоящее время. Данная тема востребована ввиду стабильно высоких темпов нового строительства зданий и сооружений и наличия значительного количества зданий, возведенных в нашей стране без обеспечения требований устойчивости к локальному разрушению вследствие аварийного воздействия. Преимущественно это

крупнопанельные, а также каркасные промышленные и административные здания. Не менее востребованным является проведение расчета на устойчивость здания к прогрессирующему обрушению со стеновой или рамно-связевой конструктивной схемой при действии сейсмических нагрузок ввиду распространенности сейсмоопасных территорий в России.

Цель работы

Рассмотреть требования к расчету зданий нормального уровня ответственности на устойчивость к прогрессирующему разрушению согласно действующим нормативным документам в области строительства, а также провести анализ научной литературы по рассматриваемой теме.

Задачи:

1. Рассмотреть необходимость проведения расчета на прогрессирующее обрушение для зданий и сооружений нормального уровня ответственности.

2. Рассмотреть методы проведения расчета рассматриваемых зданий и сооружений на устойчивость к прогрессирующему обрушению и существующие конструктивные мероприятия, обеспечивающие устойчивость здания к прогрессирующему обрушению.

3. Произвести поиск и анализ научной литературы по теме расчета на прогрессирующее обрушение с учетом динамических нагрузок.

Нормативные требования к расчету на прогрессирующее обрушение

Для выявления требований к расчету на устойчивость здания к прогрессирующему обрушению целесообразно обратиться к специализированному нормативному документу СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования» в котором указывается, что требования защиты зданий от прогрессирующего обрушения зависят от уровня ответственности здания. В данной работе рассматриваются требования к зданиям нормального уровня ответственности (класс сооружения 2, далее КС-2), поэтому обращаемся к ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований» в котором определен перечень зданий, относящихся к рассматриваемому уровню ответственности. Важным условием в рассматриваемом вопросе является пункт 5.2.6

ГОСТ 27751-2014 в котором указывается, что расчет на прогрессирующее обрушение необходимо проводить для зданий и сооружений нормального уровня ответственности (КС-2) с массовым нахождением людей, однако такой расчет можно не производить если предусмотреть мероприятия, исключающие прогрессирующее обрушение. В СП 385.1325800.2018 приводится значительное количество таких мероприятий – требования к материалам конструкции и конструктивные мероприятия, способствующие защите несущих конструкций здания от прогрессирующего обрушения. Если обобщить ряд требований данного свода правил, то можно выделить следующие мероприятия:

– обеспечение большей деформативности применяемых материалов для возможности возникновения пластических деформаций и перераспределения усилий в конструкции при одновременном обеспечении несущей способности (первая группа предельных состояний);

– применение конструктивных систем с жесткими узлами сопряжения и обладающими возможностью перераспределения усилий, т. е. многократно статически неопределимых систем; повышенные требования к соединению элементов, обеспечивающих совместность работы и установка дополнительных связей в конструктивной схеме.

В дополнении к вышеописанному следует отметить, что вторая часть пункта 5.2.6 ГОСТ 27751-2014 о возможности не проводить расчет на прогрессирующее обрушение среди практикующих инженеров-конструкторов и научных сотрудников в области строительства подвергается критике. Например, в работах [1, 2] авторский коллектив высказывает мнение о том, что такая точка зрения является ошибочной, ввиду возможности возникновения ситуации, в которой конструктивные мероприятия будут произведены, однако при этом не будет обеспечена защита здания от прогрессирующего обрушения.

Расчет зданий и сооружений на устойчивость к прогрессирующему обрушению производится с использованием пространственной расчетной модели, включающей учет взаимодействия с основанием. В расчете выделяют такие понятия как первичная и вторичная расчетные схемы. Первичной является расчетная схема, используемая для стандартного статического и динамического расчета при нормальной экс-

плуатации здания. Вторичная расчетная схема получается путем изменения первичной расчетной схемы: удалением элементов в зоне разрушения, а также изменения нагрузки на схему в зависимости от вида расчета на прогрессирующее обрушение.

Особенности, учитываемые при расчете на прогрессирующее обрушение:

– при расчете могут быть учтены жесткости несущих конструкций, не учитываемых при иных расчетах;

– в качестве расчетных характеристик материалов принимаются их нормативные значения;

– реальная диаграмма работы материала несущих конструкций и их стыков;

– вводятся дополнительные коэффициенты условий работы материалов, повышающие значение их сопротивления при расчете на особое предельное состояние;

– коэффициент надежности по ответственности принимается равным 1;

– зона локального разрушения и, соответственно, относящиеся к ней несущие элементы определяются в соответствии с указаниями СП 385.1225800.2018;

– расчет необходимо проводить по деформированной схеме с учетом физической и конструктивной нелинейностей;

– прогрессирующее разрушение может возникнуть в результате аварийной расчетной ситуации вследствие аварийного воздействия. Аварийное воздействие относится к категории особые нагрузки и регулируются СП 296.1325800.2017. «Здания и сооружения. Особые воздействия». Прочие нагрузки на расчетную схему задаются в соответствии с СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»;

– итогом расчета должно служить обеспечение несущей способности элементов конструкции здания или сооружения при «выключении» из работы несущих конструкций в пределах допускаемой СП 385.1325800.2018 зоны локального разрушения;

– назначение конструкций, подвергающихся разрушению, производится инженером-расчетчиком самостоятельно из условия возникновения наиболее опасной расчетной ситуации, т. е. возникновения наибольших усилий и запредельных деформаций изгибаемых элементов в несущих конструкциях вследствие «выключения» рассматриваемого несущего элемента;

– пособие ФАУ «Федеральный центр нормирования, стандартизации и оценки соответствия в строительстве» «Проектирование мероприятий по защите зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения» (пункт II.1.4) ограничивает предельные деформации изгибаемых элементов величиной $1/50$ длины пролета для обеспечения минимально допустимой длины зоны опирания.

Хотелось бы отметить, что последнее из вышеперечисленных положений носит весьма противоречивый характер, поскольку в пункте 5.9. СП 296.1325800.2017 «Здания и сооружения. Особые воздействия» указывается, что перемещения, деформации, величины раскрытия трещин (параметры второй группы предельных состояний) для расчетных аварийных ситуаций не ограничиваются. Таким образом, возникает противоречие между нормативными документами.

Методы расчета на прогрессирующее обрушение

Расчет возможно производить тремя методами: квазистатическим, динамическим, кинематическим.

Границами применимости перечисленных методов является следующее. При пластической работе конструктивной системы в предельном состоянии расчет на прогрессирующее обрушение возможно произвести кинематическим методом теории предельного равновесия. Согласно описанному в СП 385.1325800.2018 алгоритму данный метод является очень трудоемким и для задач большой размерности представляется трудно выполнимым.

Динамический метод позволяет производить расчет используя прямое интегрирование уравнений динамики по времени. Расчет производится по алгоритму, приведенному в методическом пособии ФАУ «ФЦС» «Проектирование мероприятий по защите зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения». Динамический расчет во временной области производится в нелинейной постановке и, ввиду значительной сложности и большой размерности вычислений, производится только в программных комплексах конечноэлементного анализа, имеющих сертификацию и прошедших проверку соответствия требованиям нормативных документов.

Квазистатический метод расчета представляет собой статический расчет с использованием вторичной расчетной схемы с удаленным несущим

элементом. Учет возникновения динамического эффекта за счет мгновенного удаления одной или нескольких несущих конструкций учитывается при помощи приложения дополнительной статической нагрузки на вторичную расчетную схему в виде реакции от удаляемого элемента с обратным знаком. Таким образом, фактически имеем удвоение нагрузки на элемент, что соответствует коэффициенту динамичности 2, который используется при формировании загрузки, например, в программном комплексе SCAD++ [3]. В работе [4] рассматривается понятие коэффициент динамичности и его учет при использовании квазистатического метода. Автор указывает на то, что выполнение расчета в статической постановке с использованием коэффициента динамичности после принятия последней редакции СП 385.1325800.2018 недопустимо, так как данный коэффициент динамичности не представлен (отсутствует). Однако сделанные ранее выводы на основе указаний в СП 385.1325800.2018 свидетельствуют о том, что приложение реакции удаляемого элемента с обратным знаком и коэффициент динамичности равный 2 являются эквивалентными положениями.

Расчет на устойчивость зданий и сооружений к прогрессирующему обрушению является актуальной темой, результаты исследований частично представлены в научных статьях. Также достаточно распространены исследования обзорного характера о развитии методов, особенностях расчета и сравнении российских и зарубежных методов расчетов и нормативных документов в области строительства [5–8]. Рассматриваемые авторами примеры расчета преимущественно представляют собой каркасные или рамно-связевые конструктивные схемы зданий без приложения динамических нагрузок (от сейсмического воздействия и пульсации ветра). Ввиду распространенности сейсмоопасных зон на территории Российской Федерации и преобладания в таких зонах зданий стеновой конструктивной схемы представляется актуальным проведение анализа научных статей именно в описанной области. Следует отметить, что при поиске и рассмотрении научных статей в данной области не было встречено многообразия исследований авторов (отметим, что рассматриваются здания и сооружения нормального уровня ответственности). Вопросы расчета зданий на устойчивость

к прогрессирующему обрушению с учетом воздействия динамических нагрузок рассмотрены в статьях [9–13].

Особенностью расчета на прогрессирующее обрушение с учетом динамических нагрузок является необходимость проведения анализа амплитудно-частотных характеристик в результате изменения жесткости несущих конструкций здания вследствие удаления одного или нескольких несущих элементов. В такой ситуации необходимо обеспечение отсутствия явления резонанса в результате близости частот собственных колебаний здания и внешнего динамического воздействия. Учитывая, что при удалении несущих элементов жесткость здания снижается, то частота собственных колебаний здания вероятно будет принимать более низкие значения, поэтому при таких расчетах помимо сейсмической нагрузки, прикладываемой в короткий промежуток времени и обладающей высокой частотой колебаний (сейсмическое воздействие является нестационарным и не характеризуется таким понятием как частота колебаний ввиду отсутствия неизменяемой частоты колебаний, однако это понятие было применено намеренно для более понятного представления излагаемого фрагмента), необходимо учитывать пульсационную составляющую основной ветровой нагрузки, обладающую меньшей частотой воздействия.

В работе [9] рассмотрено многоэтажное здание стеновой конструктивной схемы с приложением сейсмической нагрузки. Предложен алгоритм расчета рассматриваемого здания на прогрессирующее обрушение. Расчет произведен в программном комплексе ЛИРА-САПР, представлено изменение напряженно-деформированного состояния конструкций рассматриваемого здания при отказе стен первого этажа. Поскольку материал статьи представлен в достаточно краткой форме, то нет возможности конкретизировать применяемый метод расчета на прогрессирующее обрушение.

В статье [10] представлены результаты исследования напряженно-деформированного состояния рассматриваемого здания для трех вариантов конструктивного исполнения. Расчет произведен в программном комплексе SCAD++ с учетом сейсмической нагрузки 6 баллов. В работе рассмотрены 4 сценария «выключения» несущих конструкций с выделением наиболее опасного. В

исследовании не указывается метод, применяемый при расчете на прогрессирующее обрушение и способ учета динамического эффекта при «выключении» из работы выбранных элементов. В результате расчета произведен подбор рационального конструктивно-планировочного решения.

Подробный расчет высотного здания, выполненного в расчетной программе SCAD++ с учетом динамического воздействия ветра и анализа устойчивости к прогрессирующему обрушению представлен в статье [11]. В статье приводятся данные о проценте увеличения армирования несущих конструкций после расчета на прогрессирующее обрушение.

В работе [12] рассматривается применение метода Pushover Analysis при расчете на прогрессирующее обрушение с учетом сейсмической нагрузки. Статья носит ознакомительный характер применения данного метода расчета.

В статье [13] представлен результат расчета пятиэтажного каркасного здания на прогрессирующее обрушение с учетом сейсмического воздействия, определенного в расчетном комплексе на основе акселерограмм реального землетрясения (прямой

динамический анализ). Определены наиболее уязвимые элементы конструкций рассматриваемого здания.

Выводы

На основе произведенного анализа действующих нормативных документов для зданий нормального уровня ответственности отмечено наличие неясных формулировок и противоречий в требованиях по расчету на прогрессирующее обрушение. В итоге, проектировщику в своей работе приходится самостоятельно выбирать как метод расчета, так и порядок его проведения.

Произведен анализ научной литературы по рассматриваемой теме. Рассмотрены квази-статический, динамический и кинематический методы расчета на устойчивость зданий и сооружений к прогрессирующему обрушению. Обоснована актуальность рассмотрения более узкого направления исследований, такого как расчет на прогрессирующее обрушение с учетом воздействия динамических нагрузок, а также физической, конструктивной и геометрической нелинейностей.

Список источников

1. Травуш В.И., Шапиро Г.И., Колчунов В.И., Леонтьев Е.В., Федорова Н.В. Проектирование защиты крупнопанельных зданий от прогрессирующего обрушения // Жилищное строительство. 2019. № 3. С. 40–46.
2. Травуш В.И., Колчунов В.И., Леонтьев Е.В. Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения в рамках законодательных и нормативных требований // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 2. С. 46–54.
3. Перельмутер А.В., Криксунов Э.З., Мосина Н.В. Реализация расчета монолитных жилых зданий на прогрессирующее (лавинобразное) обрушение в среде вычислительного комплекса «SCAD Office» // Magazine of Civil Engineering. 2009. № 2. С. 13–18. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/realizatsiya-rascheta-monolitnyh-zhilyh-zdaniy-na-progressiruyuschee-lavinoobraznoe-obrushenie-v-srede-vychislitel'nogo-kompleksa-scad/viewer> (10.09.2023).
4. Бурдин Д.С. Учет физической нелинейности при расчете зданий и сооружений на устойчивость к прогрессирующему обрушению // Молодой ученый. 2021. № 21(363). С. 56–62. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/363/81274/?ysclid=lmjz11nblq364433351> (10.09.2023).
5. Куц В.А., Яценко В.П. Учет физической нелинейности при расчете плоской железобетонной рамы с использованием вычислительного комплекса SCAD // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2021. Т. 11. № 1. С. 38–47. [Электронный ресурс]. URL: http://journals.istu.edu/izvestia_invest/journals/2021/01/articles/04 (10.09.2023).
6. Ведяков И.И., Еремеев П.Г., Одесский П.Д., Попов Н.А., Соловьев Д.В. Анализ нормативных требований к расчету строительных конструкций на прогрессирующее обрушение // Вестник НИЦ «Строительство». 2019. № 2(21). С. 15–29.
7. Осыков С.В. Учет прогрессирующего обрушения гражданских зданий в зарубежных и отечественных нормативных документах // Вестник гражданских инженеров. 2020. № 4(81). С. 72–79.
8. Андросова Н.Б., Ветрова О.А. Анализ исследований и требований по защите зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения в законодательно-нормативных документах России и странах Евросоюза // Строительство и реконструкция. 2019. № 1(81). С. 85–96.
9. Рекунов С.С., Косова А.Ю., Иванов С.Ю., Завьялов И.С. Расчет многоэтажного здания на прогрессирующее обрушение при сейсмическом воздействии // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2021. № 3(36). С. 15–20. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/raschyot-mnogoetazhnogo-zdaniya-na-progressiruyuschee-obrushenie-pri-seysmicheskom-vozdeystvii/viewer> (09.09.2023).
10. Казакова И.С., Кузнецова Н.А. Выбор конструктивного решения высотного здания с учетом динамических воздействий и обеспечения устойчивости против прогрессирующего обрушения // Технологии бетонов. 2019. № 5/6. С. 50–54. [Электронный ресурс]. URL: https://stroymat.ru/2023/01/25/tb-5-6-2019_50-54/ (09.09.2023).

11. Семенов А.А., Порываев И.А., Кузнецов Д.В., Нгуен Т.Х., Саитгалина А.С., Трегубова Е.С. Напряженно-деформированное состояние высотного здания при ветровом воздействии и прогрессирующем обрушении // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. № 8(59). С. 7–26. [Электронный ресурс].

URL: [https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2017/8\(59\)/1_Poryvaev_59.pdf?ysclid=lmjzj2ngzx674186755](https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2017/8(59)/1_Poryvaev_59.pdf?ysclid=lmjzj2ngzx674186755) (08.09.2023).

12. Лепешкина Д.О. Применение Pushover analysis к расчетам на прогрессирующее обрушение в области высокой сейсмической активности // ALFABUILD. 2017. № 2(2). С. 45–48. [Электронный ресурс].

URL: <https://alfabuild.spbstu.ru/article/2017.2.10/?ysclid=lmjzp4ywog764156008> (08.09.2023).

13. Бекболотова Ж.С. Progressive collapse resistance for the multistory building under seismic loading // Вестник кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова. 2018. № 4(62). С. 78–83.

Информация об авторах / Information about the Authors

Храмовских Михаил Андреевич,

магистрант,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
Hramovskih.misha@yandex.ru

Mikhail A. Khramovskikh,

Postgraduate Student,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
Hramovskih.misha@yandex.ru

Владимир Петрович Яценко,

к.т.н., доцент кафедры механики и сопротивления материалов,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
vp_yashenko@mail.ru

Vladimir P. Yashchenko,

Cand. Sci. (Technics),
Associate Professor of Mechanics and Strength of Materials Department,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
vp_yashenko@mail.ru

Крещение Руси. Как это было?

© А.С. Тимофеева, О.А. Горощенова

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается процесс появления и образования христианства на Руси. Христианство – самая распространенная мировая религия. Почти 2,38 миллиарда людей исповедуют христианство – это почти треть населения мира. Христианство подразделяется на три крупных направления: католицизм, православие и протестантизм. Их разделяют не только идеологические противоречия, но и методы совершения духовных обрядов и таинств. На Руси произошло принятие православной веры, которая оказалась наиболее близка по менталитету населению страны, его верховной власти. Русь столкнулась с необходимостью принятия новой веры для сохранения единого государства. Христианство изменило культуру и быт Руси, способствовало развитию большого государства. Нелегкий путь, пройденный русским народом, который сопровождался и огнем, и кровью, навсегда изменил историю нашего государства. В работе представлены важные исторические события, произошедшие в Киеве и Новгороде, а также последствия принятия новой веры. Была подробно изучена «Повесть временных лет» – один из важнейших памятников истории появления православия на Руси.

Ключевые слова: христианство, Русь, православие, религия, вера, князь Владимир

The baptism of Rus. How was it?

© Alyona S. Timofeeva, Olga A. Goroschenova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article deals with the process of emergence and formation of Christianity in Rus'. Christianity is the most widespread world religion. Nearly 2.38 billion people practice Christianity. That's almost a third of the world's population: Christianity is the world's largest religion. Christianity is divided into three major areas: Catholicism, Orthodoxy, and Protestantism. They are separated not only by ideological contradictions, but also by the methods of performing spiritual rites and sacraments. In Rus', the adoption of the Orthodox faith took place, which turned out to be the closest in mentality to the population of the country, its supreme power. Rus' was faced with the need to adopt a new faith in order to maintain a single state. Christianity changed the culture and life of Rus', contributed to the development of a large state. The difficult path traveled by the Russian people, which was accompanied by both fire and blood, forever changed the history of our state.

The article presents important historical events that took place in Kyiv and Novgorod, as well as the consequences of the adoption of a new faith and a detailed study of "The Tale of Bygone Years", one of the most important monuments to the history of the emergence of Orthodoxy in Rus'.

Keywords: Christianity, Rus', Orthodoxy, religion, faith, Prince Vladimir

Христианство появилось в Палестине примерно в I веке н. э. среди населения иудеев. Иисус Христос не намеревался выходить за пределы иудаизма. Он стремился проповедовать строгие моральные нормы и раскаяние. Лишь позже Павел, один из апостолов Иисуса, сформировал новую религию, которая сейчас является одной из самых популярных религий в мире – христианство. В первые 10 лет своего существования христианство получило известность среди народов Сирии, арамеоязычного населения Междуречья и других провинций, а позже распространилось и в других этнических группах [1]. Спустя несколько лет христианство уже было известно во многих провинциях Римской

империи.

Появление и распространение христианства связывают в основном с гонением угнетенных слоев населения Римской Империи со стороны власти. Бессилие против мощи империи формировало отчаяние и апатию среди народа. В империи даже свободное население было бесправным и подвергалось насилию и грабёжам со стороны римских чиновников. Надежду на освобождение от гнета власти люди находили в религии. Несмотря на жестокость государства, они верили, что придет мессия и освободит народ от диктата власти. Великий Рим понял, что бороться с верующими бесполезно, поэтому стремился использовать

религию в своих интересах. Централизация власти в Риме стала сочетаться с идеей о едином Боге.

В начале 330 года император Константин объявляет новую столицу Рима – Византию, переименовав ее в последующем в «Новый Рим» [2]. После этого произошло экономическое обособление восточной и западной части, а в последующем – окончательное разделение Римской империи на Западную и Восточную в 395 году при императоре Феодосии Великом. В Восточной части во многом преобладала греческая культура. После принятия культуры Константинополь (Византия) стал называться «Вторым Римом». Византийская империя просуществовала более 10 веков и была захвачена турками в 1453 году.

Православие стало главным вкладом Византии в мировую культуру. Во II–III веках шел процесс образования церкви и клира, а в IV веке Византия приняла христианство в качестве основной религии. Князь Владимир I не первый среди рюриковичей старался продвигать христианство на Руси. До него это пыталась сделать его бабушка, княгиня Ольга. В 957 году, возвратившись из Константинополя крещенной, она начала побуждать подданных менять веру, но получила сильное сопротивление. Население не было готово к смене веры и даже сын Ольги, Святослав Игоревич, ее не поддержал. Однако христиане существовали в Киеве как до Ольги, так и после нее. Согласно «Повести временных лет», до крещения князь Владимир предпринял «испытание вер» [7]. В 986 году к нему приехали послы со всего мира: волжские болгары-мусульмане, немцы из Рима, посланные папой Римским и даже хазарские иудеи. Их рассказы о исповедуемых религиях не произвели должного впечатления на князя (рис. 1).

После на Русь прибыл византиец, которого русский летописец прозвал Философом. Философ рассказал русскому князю о христианской вере и о ее библейской истории. Выслушав Философа и посоветовшись с ближайшими боярами, Владимир решил отправить свое посольство в Константинополь, которое, возвратившись на Русь, оказалось под большим впечатлением от христианских обрядов.

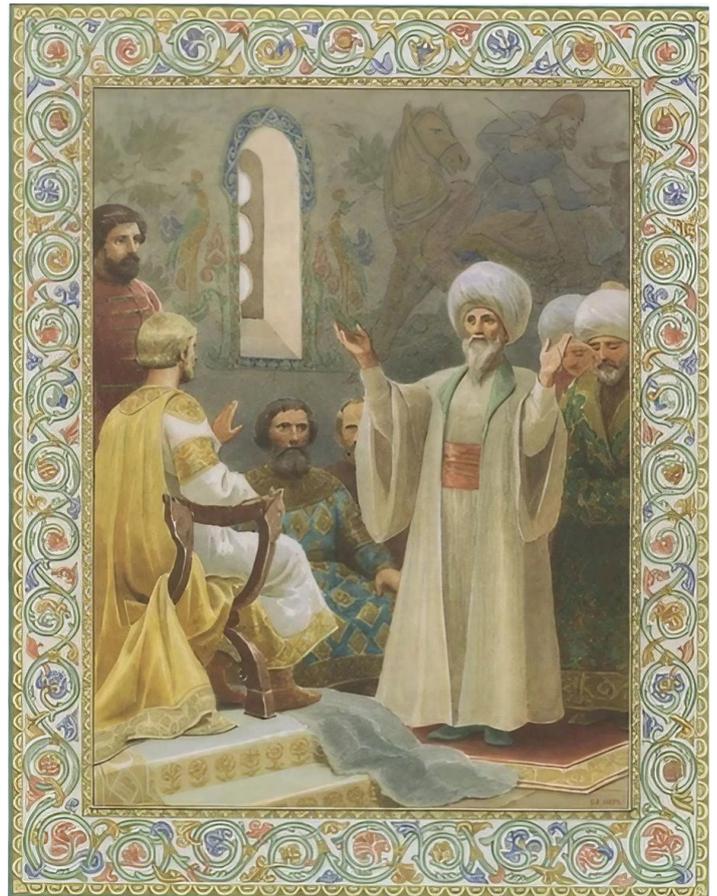


Рис 1. С. Ефрошкин «Булгары-мусульмане рассказывают князю Владимиру I Святославичу про ислам»

Из «Повести временных лет»: «В год 6495 (987). Созвал Владимир бояр своих и старцев градских и сказал им: "Вот приходили ко мне болгары, говоря: "Прими закон наш". Затем приходили немцы и хвалили закон свой. За ними пришли евреи. После же всех пришли греки, браня все законы, а свой восхваляя, и многое говорили, рассказывая от начала мира, о бытии всего мира. Мудро говорят они, и чудно слышать их, и каждому любо их послушать, рассказывают они и о другом свете: если кто, говорят, перейдет в нашу веру, то, умерев, снова восстанет, и не умереть ему вовеки; если же в ином законе будет, то на том свете гореть ему в огне. Что же вы посоветуете? Что ответите?"

И сказали бояре и старцы: "Знай, князь, что своего никто не бранит, но хвалит. Если хочешь поистине все разузнать, то ведь имеешь у себя мужей: послав их, разузнай, у кого какая служба и кто как служит Богу".

После этого князь Владимир собрал мужей русских и послал их по всему свету испытывать веры. Побывали они у болгар, но не впечатлила

их вера, где делают скверные дела и поклоняются мечети. Были у немцев, но не понравилась им их служба церковная. Тогда отправились они в Царьград. Цари Василий и Константин представили свою религию со всеми почестями: приготовили церковь и клир, одели патриарха в святительские ризы, сотворили праздничную службу. Устроили они пение и хоры, показали всю церковную красоту. Русские послы были в восхищении от увиденного, дививлись и хвалили их службу. Одарили их цари и отпустили домой с честью» [7].

Летом 988 года огромный отряд варяжско-русского войска, отправленного Владимиром I Святославичем, помог спастись византийскому императору Василию II от войска Варды Фоки, стремившемуся занять императорский трон. Сам Владимир провожал свою дружину, отправляющуюся на помощь Василию II, до днепровских порогов. Исполнив долг, Владимир оставил часть войска служить в Византии. Вследствие чего ему пообещали отдать в жены Анну, сестру императора, которой к тому времени было уже 26 лет. Но обещание не выполнялось, т. к. Владимир был язычником, а Анна могла выйти замуж только за христианина. Тогда князю Владимиру пришлось добиваться брака с помощью военной силы [8].

В 988 году Владимир прибыл к Корсуни. Крепость стояла на берегу моря, поэтому ее не удалось взять с первого раза. Тогда князь начал осаду города, которая продолжалась в течение нескольких месяцев. Когда город сдался, Владимир отправил Василию и Константину требование: «Вот взял уже ваш город славный; слышал же, что имеете сестру девицу; если не отдадите ее за меня, то сделаю столице вашей то же, что и этому городу» [7].

Правители Константинополя выдвинули встречное требование, которое Владимир принял. В нем говорилось, что князь, его дружина и подданные обязаны креститься и принять христианскую веру. В результате долгих уговоров царевна Анна решила на брак, чтобы избавить Византию от постоянных набегов русов и направилась в сторону Херсонеса.

Как только Анна прибыла, Владимир неожиданно ослеп. Царевна посоветовала князю креститься, чтобы Господь помог ему исцелиться.

Князь крестился и на удивление всем прозрел (рис. 2).

Согласно летописи, прозревший князь воскликнул: «Теперь узнал я истинного Бога» [7]. По прибытии в Киев Владимир приказал снести статую Перуна, а затем опозорить славянского Бога: «Перуна же приказал привязать к хвосту коня и волочить его с горы по Боричеву взвозу к Ручью



Рис. 2. А. Иванов «Крещение князя Владимира в Корсуни»

и приставил 12 мужей колотить его палками» [7]. Храмы других Богов также были снесены, а статуи сожжены [8]. На холме, где находился славянский пантеон, Владимир приказал построить церковь. Несмотря на горожан, раздраженных пренебрежением их верой, статуя Перуна была сброшена в реку Днепр и по приказу князя несколько человек с шестью не давали ей прибиться к берегу вплоть до прохождения порогов.

Затем Владимир сообщил народу: «Если не придет кто завтра на реку – будь то богатый, или бедный, или нищий, или раб, – будет мне врагом» [7]. Вышедший с корсунскими попами к Днепру Владимир сказал людям войти в реку (рис. 3). Пока жители стояли в воде, попы совершали молитвы.

Смотря на радостных людей, князь Владимир посмотрел на небо и сказал: «Христос Бог, сотворивший небо и землю! Взгляни на новых людей этих и дай им, Господи, познать тебя, истинного Бога».

Новгород был важным торговым и ремесленным центром, а в X веке стал одним из важнейших городов на Руси. Поэтому распространение христианства в Новгороде было важно для Владимира. Но если крещение киевлян прошло размеренно и спокойно, то крещение Новгорода описывается в истории, как крещение «огнем и мечом».

Крещение города Владимир поручил своему дяде – опытному воеводе Добрыне. Также с ним отправились епископ Иоаким и воевода Путята [10]. Узнав, что к городу идет воевода со своим войском, новгородские язычники собрали вече и решили, что никого не пустят в город и будут защищать свою веру. Новгородцы разрушили мост, ведущий через реку Волхов, разрушили терем Добрыни и убили его жену, проживавшую в Новгороде. Узнав о происходящем, Добрыня предложил мирное крещение, но получив отказ, велел своему войску поджечь окраину города,

после чего некоторые жители согласились креститься (рис. 4). Это событие произошло в 990 году и получило название «малое крещение».

Новгородцы имели значительный перевес в войсках, поэтому могли отстоять своих языческих идолов. Тогда Добрыня принял решение сменить первоначальную тактику. Ночью он отправил Путята с 500 воинами вниз по реке Волхове, где они вступили на новгородскую землю со стороны капища Перуна. Воевода отправился к язычникам, которые проводили очередное вече. Спротивление оказалось несильным, и Путята удалось утвердиться в городе. Но новгородцы не собирались отступать и поэтому вступили в бой с отрядом Путяти. Понимая численный перевес новгородцев, Добрыня отправил свое войско на помощь воеводе. Благодаря надежной тактике Добрыни киевлянам удалось осадить Новгород, и тогда жители стали просить мира у воевод. Одержав победу над язычниками, Добрыня велел разрушить все капища, а жителям креститься. Но не все горожане приняли веру, многие шли на хитрость и говорили, что уже крещены. Тогда Добрыня придумал вешать крещеным людям на шею крест из меди или дерева, чтобы избежать обмана.

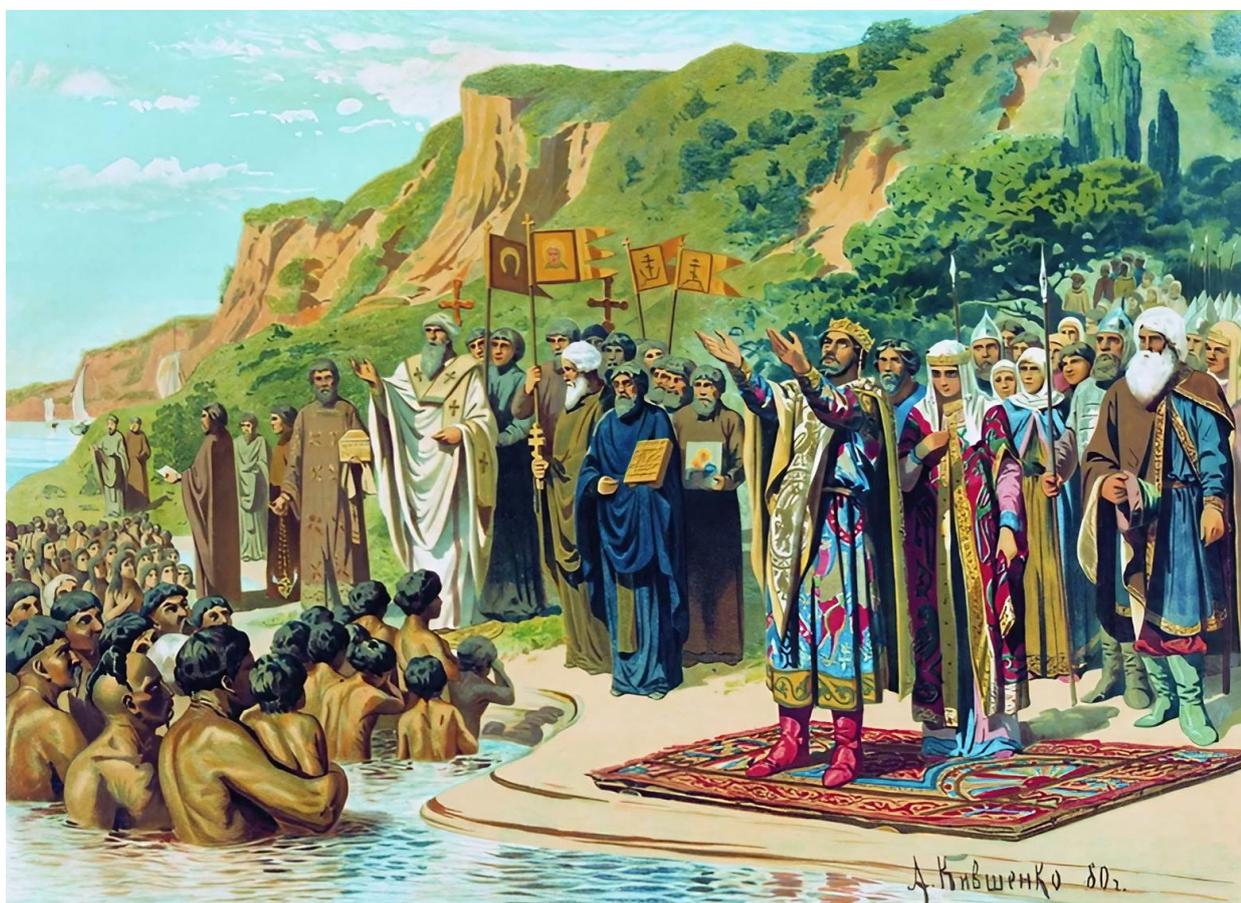


Рис. 3. А. Кившенко «Крещение Руси»

После прекращения боевых действий в Новгороде начались христианские проповеди и построение православных храмов. Принятие христианства большим русским городом было важно для князя Владимира и стало огромной внутригосударственной победой.

С принятием христианства на Руси многое

вославных государств.

Важным следствием принятия христианства послужило укрепление власти русского князя. Религия учила людей быть смиренными и повиноваться, а наделенных властью – быть ответственными за судьбы подчиненных. Владимир стремился объединить Русь верой в одного Бога,



Рис. 4. С. Иванов «Христиане и язычники»

изменилось, хотя и не сразу. Особенно это сказалося на жизни и бытовом укладе русского народа. Традиционно крестьянский народ, живущий за счет земледелия, был тесно связан с природой. Засуха или чрезмерные дожди могли вызвать плохой урожай, который в частности приводил крестьян к голоду или смерти. Отсюда происходило обожествление природы и поклонение Матери Земле, Солнцу, Небу и т. д. [4]. Поэтому крестьянам было тяжело принять новую веру и новую культуру. Для государства в целом христианство имело большое значение. В первую очередь оно содействовало повышению авторитета Руси в глазах других пра-

что и способствовало сплочению русского народа.

Также изменились духовно-нравственные основы общества. Были запрещены кровавые жертвоприношения и другие языческие обряды. Библия учила людей быть справедливыми и милосердными. Сам князь навсегда отрекся от многоженства, занимался возведением больниц и приютов для бедных и бездомных, в праздники раздавал пищу и деньги всем нуждающимся, за что был причислен церковью к лику святых.

Христианство благотворно повлияло на взаимоотношения между Русью и другими государствами, исповедующими христианство, в частности с

Европой. Оно укрепило торговые и экономические связи между государствами, а князья, последователи Владимира, легко налаживали внешние политические связи с помощью династических браков.

Избрание новой веры дало мощный толчок в развитии архитектуры и живописи. Храмы стали строиться из кирпича, а мастера научились делать купола и украшать ими соборы и церкви. Был построен собор Святой Софии, Киево-Печерская лавра и др. Фрески, мозаики, иконопись – все это византийское наследие. Благодаря греческим

монахам Кириллу и Мефодию Русь познакомилась с кириллицей и глаголицей, которые послужили развитию русской письменности. При монастырях создавались школы, где обучали всех желающих. Там же переписывались Библии, жития святых, сочинялись первые летописи.

Подводя итог, следует сказать о положительном значении крещения для Руси. Оно не только содействовало созданию единого и сильного государства, но и формированию новой русской культуры, новых ценностей, обычаев и правил поведения.

Список источников

1. Полонский П.Е. Взаимоотношения христианства и иудаизма [Электронный ресурс]. URL: <https://ejwiki.academy/christianstvo-iudaizm/> (04.11.2022).
2. Удальцова З.В. Византийская культура. М.: Наука, 1988. 288 с.
3. Даниелян А.В, Горощенова О.А. Христианство в Армении // Молодежный Вестник ИрГТУ. 2014. Т. 4. № 1. С. 1–7. [Электронный ресурс]. URL: <http://xn--b1agjigi1ai.xn--p1ai/journals/2014/01/articles/11> (06.11.2022).
4. Довнарвич М.Н., Худолеев А.Н. К вопросу принятия христианства на Руси // Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания. 2015. № 30. С. 19–24.
5. Ковалев В.В. Крещение Руси в 988 г. и его значение для формирования особенностей российской цивилизации // Caucasian Science Bridge. 2020. Т. 3. № 4. С. 24–30.
6. Кузьмин А.Г. Падение Перуна. Становление христианства на Руси. М.: Молодая гвардия, 1988. 240 с.
7. Лихачев Д.С. Повесть временных лет. СПб.: Наука, 1996. 668 с.
8. Поляков А.Н. Поход на Корсунь князя Владимира и обстоятельства крещения Руси. 2021. Т. 14. № 9. С. 1811–1816.
9. Рапов О.М. Русская церковь в IX – первой трети XII в. Принятие христианства. М.: Русская панорама 1998. С. 20–56.
10. Халявин Н.В. Крещение Новгорода в дореволюционной отечественной историографии // Вестник Удмуртского университета. 2013. № 3. С. 21–27.

Информация об авторах / Information about the Authors

Тимофеева Алена Сергеевна,
студент,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
alenys2016@mail.ru

Горощенова Ольга Анатольевна,
к.и.н., доцент кафедры истории и философии,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
goroshionov@mail.ru

Alyona S. Timofeeva,
Student,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
alenys2016@mail.ru

Olga A. Goroschenova,
Cand. Sci. (History), Associate Professor,
Department of History and Philosophy,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
goroshionov@mail.ru

О цвете и не только...

© И.И. Апончук, А.И. Гегель

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрено значение цвета в мироощущении человека разных эпох и разных культур. Выбор цвета, его предпочтения у различных народов обусловлены географическими особенностями местности, традициями, эмоциями и другими факторами, которые, в свою очередь, влияют на физическое и психическое состояние человека. Особенность этой статьи в том, что в ней рассматривается воздействие природного цвета на человека в разных исторических условиях. Обозначена роль Института цвета Pantone как одного из самых авторитетных исследовательских центров в разработке современных брендов на рынке дизайна и в рекламе. Представлены образные характеристики основных цветов солнечного спектра. Описаны цветовые национальные предпочтения. Названы способы получения красителей из природных источников. Авторы статьи опирались на работы И. Ньютона «Оптика или Трактат об отражениях, преломлениях, изгибаниях и цветах света», Иттена И. «Искусство цвета», Иоганна Вольфганга Гёте «Учение о цвете», Люшера М. «Магия цвета», Паранюшкина Р.А., Хандовой Г.Н. «Цветоведение для художников: колористика». Статья может быть полезна тем, кто проявляет интерес к вопросам цветопсихологии, колористики, имиджелогии.

Ключевые слова: цветовой круг, реклама, колористика, ахроматичные, хроматичные цвета, Институт Pantone

On Colour and More...

© Irina I. Aponchuk, Anastasia I. Gegel

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article considers the meaning of colour in the worldview of a person from different eras and different cultures. The choice of colour, its preferences among different peoples are determined by the geographical features of the area, traditions, emotions and other factors, which, in turn, affect the physical and mental state of a person. The peculiarity of the article is that it examines the impact of natural colour on a person in different historical conditions. The article outlines the role of the Pantone Colour Institute as one of the most authoritative research centres in the development of modern brands in the design market and in advertising. The article presents the figurative characteristics of the primary colours of the solar spectrum, describes national colour preferences and names methods for obtaining dyes from natural sources. The authors of the article relied on the works of Newton I. "Optics or Treatise on Reflections, Refractions, Bendings and Colours of Light", Itten I. "The Art of Colour", Johann Wolfgang Goethe "Teaching about Colour", Lüscher M. "Magic of Colour", Paranyushkina R. A., Handova G. N. "Colour Science for Artists: Colouristics". The article may be useful to those who are interested in the issues of colour psychology, colouring, imagology.

Keywords: colour wheel, advertising, colouring, achromatic, chromatic colours, Pantone Institute

Мы познаем окружающий мир через органы чувств. Цвет, так же как звук, вкус и запах – одно из «измерений» окружающего нас мира. Наш дом, еда на тарелке, кошка на коленях, цветы на столе, вид из окна, разноцветная стайка учеников возле школьного автобуса – все это сливается в сплошной поток красок, который на нас влияет. Реклама тоже часть этого потока. Обычный человек, ее потребитель, не задумывается о выборе цвета в рекламе и реальной жизни, а он давно уже

не случаен. Рекламный продукт может стать успешным (вирусным), благодаря правильным цветам в его оформлении. Человек распознает цвет за тысячные доли секунды, еще до того, как прочтет текст или услышит мелодию, поэтому роль цвета в рекламе трудно переоценить.

Сегодня многие исследовательские центры занимаются изучением природы цвета и его влияния на нас. Один из таких – Институт Pantone (Мичиган, USA). Этот институт еще в

1963 году разработал и начал внедрять по всему миру систему распознавания цвета и его оттенков. Эталонные цвета и их оттенки (на сегодня их уже более 2000) пронумерованы и представлены в специальных каталогах. Имея цифровой код, нужный цвет многократно воспроизводят со 100% точностью повсеместно.

На рубеже веков в институте цвета Pantone¹ зародилась традиция – предсказывать цвет года. Выбранный цвет, иногда очень сложный – результат тестирования и анализа предпочтений людей по всему миру. Сотрудники института анализируют тенденции подиумов Парижа, Милана и Лондона, социальные сети, фотографии улиц и наружной рекламы, стритстайл, выставки, новинки технологий, арт-проекты и другие проявления взаимодействия человека и цвета. Они проводят специальные исследования влияния различных оттенков на эмоции, поведение, мотивационную сферу, покупательский спрос. Выбор цвета года, в отличие, например, от выбора мисс Мира, происходит в атмосфере абсолютной секретности без сопровождения медиа в какой-либо европейской столице. Результаты встреч публикуются в

журнале Pantone Vie – руководстве для рекламных агентств, производителей потребительских товаров и клиентоориентированных компаний. Выбранный цвет становится предпочтительным в сферах дизайна, рекламы, моды, косметики, живописи, киноискусства, архитектуры, интерьера, мебели, предметов декора, промышленности, флористики и гастрономии.

К слову, в 2023 году цветом года выбран насыщенный карминно-пурпурный оттенок с нотками фиолетового и терракотового, назвали его VIVA Magenta (18-1750). В переводе с итальянского – «Да здравствует пурпурный!». Этот оттенок вдохновлен красным цветом. Насекомые, из которых добывают краситель кармин, это разновидность тли, которая называется кошениль, распространены в Латинской Америке. Больше всего их добывают в Перу. «Это ... самый алый из всех красителей на земле и считается настоящим сокровищем» [1]. Исполнительный директор Института Pantone Леатрис Эйсман считает, что цвет VIVA Magenta – сильный, смелый, пульсирующий энергией, задает праздничный позитивный настрой, прославляет

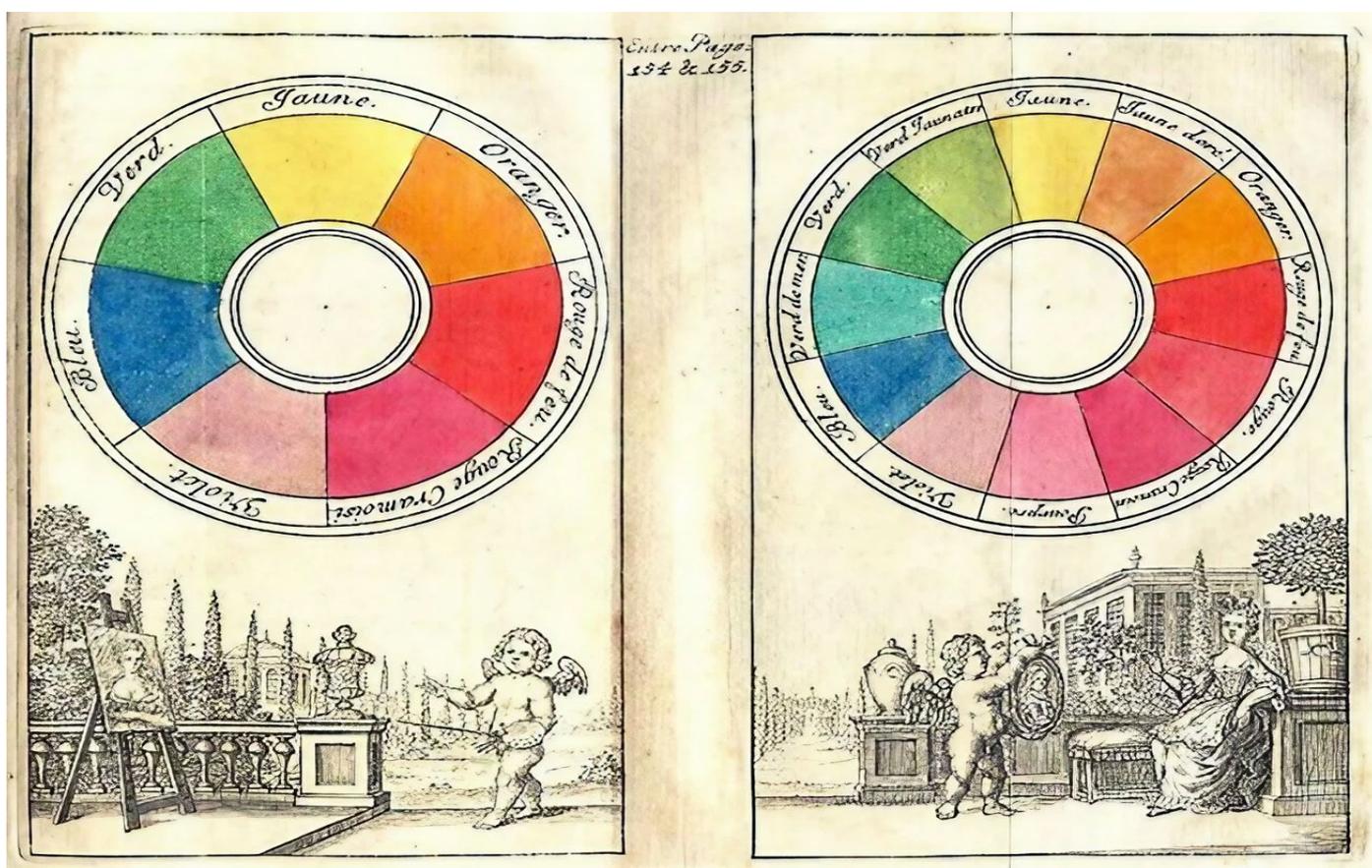


Рис. 1. Цветовые круги Клода Буте

¹Что такое цветовые системы Pantone? [Электронный ресурс]. URL: <https://pantone.ru/articles/pantone-color-systems-explained> (12.06.2023).

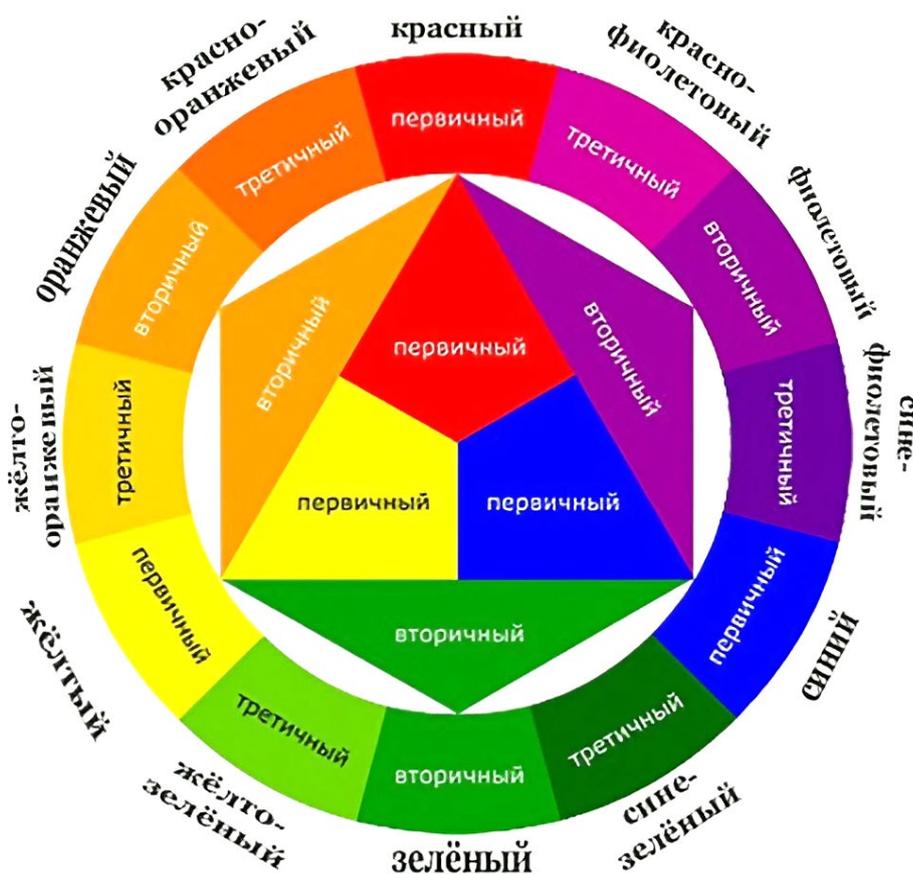


Рис. 2. Цветовой круг И. Иттена

индивидуальность [2].

Человек начал изучать цвет с тех пор, как Создатель отделил свет от тьмы. Уже первобытные люди пытались окрашивать настенные рисунки, одежду и предметы обихода доступными красками, прежде всего сажей от костра и охрой. Охра – это мелкодисперсный порошок грязно-желтого цвета, содержащий железо, поэтому первобытные люди находили ее в ямах от вывороченных деревьев. Постепенно цветовая палитра обогащалась натуральными красителями растительного и животного происхождения.

Начиная с Античности люди выбирали цвет осознанно. В разные эпохи, в разных частях мира отношение к цвету формировалось под влиянием многих факторов. Римские легионеры использовали красный цвет подкладки плаща как нечто воинственное и устрашающее. Например, именно таким был цвет плаща римского прокуратора Пилата, отправлявшего людей на распятие.

В Средние века и эпоху Ренессанса художники, изготавливавшие краски, начинают изучать цвет как явление. Тогда были созданы шедевры мирового изобразительного искусства, кото-

рые свидетельствуют о глубоких практических познаниях художников в колористике. Эти знания уже тогда пытались систематизировать гении: Леонардо да Винчи, Исаак Ньютон, Иоганн Гёте и те, значимость работ которых мы осознаем только сейчас: Томас Юнг, Грассмон, Максвелл, Вильгельм Оствальд, Клод Буте [3, 4].

К середине XX века колористика оформилась в полноценную науку обязательную для изучения будущими художниками. Особый вклад в развитие этой науки внес Иоганн Иттен, швейцарский художник-портретист [5]. В своей книге «Искусство цвета» он выделил две большие группы: ахроматичные и хроматичные цвета (от греч. *chroma* – цвет). Ахроматичные, т. е. бесцветные: черный, белый, и смесь черного с белым – серый [6]. Вторая группа, выделенная Иттенем, хроматичные, содержит все цвета светового спектра: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый. По его мнению, три из них являются основными, первичными. Комбинируя их, можно получить все остальные цвета простым смешением. Методику этого смешения он выразил наглядно в так называемом двенадцатицветном

круге, в центре которого треугольник, содержащий три основных цвета – красный, желтый и синий. Вокруг него расположены цвета второго порядка, получаемые смешением двух основных: фиолетовый, зеленый и оранжевый.

Шестиугольник, содержащий цвета первого и второго порядка, вписан в кольцо, каждый сектор которого состоит из комбинаций первого и второго порядка в определенном соотношении, тем самым цветов становится двенадцать. Это цвета третьего порядка. Круг не имеет внешних границ, а количество смесовых цветов бесконечно. Используя круг как инструкцию, можно воспроизводить нужный цвет с максимально возможной точностью. Результаты работ И. Иттена давно и широко вошли в нашу жизнь вместе с цветными фото и кино, полиграфией и цветным телевидением, а в последние десятилетия со смартфонами и другими продуктами технического прогресса в отображении цветного мира.

Невероятно огромна сфера взаимодействия человека с цветом и его воздействия на отдельного индивида и на целые народы. Изучению традиций на всех континентах посвящено много исследований [7, 8]. Уже первобытный человек имел какие-то представления о цвете. Об этом свидетельствуют археология и изучаемая ею погребальная культура. Есть и множество других проявлений цветовых предпочтений народов, представленных в мифах, легендах, летописях, хрониках и музейных фондах.

Познания в этой области совершенно необходимы тем, кто занимается массовой коммуникацией, в том числе международной, медиасфере и, безусловно, производителям рекламы.

Теперь перейдем к описанию характеристик базовых цветов. Красный цвет в жизни человека всегда был связан с солнцем, огнем, извержением вулканов, жертвоприношениями, кровью, т. е. буквально с жизнью и смертью, поэтому он в природе и у всех народов мира – самый значимый, лидер. В Европе он использовался для обозначения особого статуса во все времена. Красный – символ абсолютной власти, могущества, богоизбранности. Удачу и процветание красный цвет символизирует в Европе, Азии, Китае и Индии. И только у некоторых племен на юге Африке – наоборот – поражение и траур. Красители для получения красного всегда были чрезвычайно дороги. Их добывали из мелких насекомых, плодов и минералов, процесс был трудоемкий, поэтому одежду и предметы обихода этого цвета могли позволить себе только самые обеспеченные.

С желтым цветом человек ассоциировал солнечный свет, тепло, языки пламени, осенний лес, песок, съедобные плоды. Первые цивилизации, например, в Египте, признавали его цветом доблести, власти, богатства, избранности. В погребениях фараонов он присутствует обязательно, поскольку больше всего напоминает золото. До XIX века в Европе желтый олицетворял роскошь, высокое положение в обществе, престиж. В Азии, древнем Китае это был цвет императора, символ самой империи, народа и расы. В Индии – цвет разума, знания, медитации. Желтые пигменты добывали из редких растений: барбариса, сафлора, куркумы и шафрана [9].

Синий – цвет неба, водной глади озер и горных вершин. Бесконечный, холодный, таинственный, всегда манил, но был недостижим. Вода вблизи оказывалась прозрачной, лед на горных вершинах – белым, а до неба не долетали даже птицы. Для окрашивания в синий использовали природные красители, которые добывали преимущественно из растения индиго, произраставшего в долине Инда, или порошки из различных минералов. В Индии синий цвет символизирует бога Кришну, чистоту и свежесть. Но у других народов Восточной Азии синий – символ зла и потерь, у иранцев – траур, у европейцев в современном мире олицетворяет благородство и власть [10].

Зеленый цвет – цвет растительности, символ жизни, ее зарождения и невероятного многообразия, здоровья и молодости, самый распространенный цвет на земле. В конце жизненного цикла, увядая, растительность теряет призрачный синий цвет и превращается из зеленого в желтый, поскольку он и был смешением желтого и синего. Несмотря на изобилие зелени, в природе натуральных красителей мало. Самый стойкий природный краситель люди научились получать из некоторых сортов коры крушины, произрастающих только в Китае, его называют локао. Пока ни один искусственный краситель зеленого не превзошел локао по чистоте и яркости. Зеленый считают цветом мусульман, поскольку их религиозные каноны определяют рай как место абсолютной благодати, где люди в одеждах из зеленого шелка.

Ахроматические – это особые «цвета» без цвета. Черный и белый многие народы мира используют для придания торжественности различным церемониям. Бракосочетание, поминальные обряды, церковные службы у христиан, инаугурации – везде можно встретить как черный, так и белый. В Индии и Китае, например, белый – это цвет траура, а в Европе, Америке, России в таких случаях используют черный. Белый и

черный – цвета универсальные, популярные, элегантные. Эти противоположности легко комбинируются друг с другом, усиливают и обогащают, делая любой ансамбль эффектным. Абсолютной классикой стала черно-белая клетка и множество ее вариантов. Натуральные красители черного цвета ценились очень дорого, поскольку добывались из сандалового дерева, грецкого ореха и других растений путем их сложной переработки. Для получения белых красителей использовались природные мелкодисперсные порошки оксидов свинца, титана, цинка, кальция. Ткани белого цвета (лен, шерсть, хлопок) получали в результате отбеливания на солнце.

Еще один ахроматичный – серый, нейтральный, сдержанный, неброский, практичный. Серый – многоликий, потому что смешение черного с белым возможно в любом соотношении и дает неограниченное количество оттенков. Человек, кстати,

способен различать более 300 оттенков серого. Во всем многообразии он сопровождает человека от рождения до смерти. Испачканный белый, выцветший черный, выгоревший на солнце синий, – это серый! Лен, шерсть, почва, камни, осеннее небо Санкт-Петербурга, лондонский туман, серый волк, седые головы стариков – это и есть реалистичный серый, и он, пожалуй, самый распространенный, мы в нем живем. Не стоит искать серый на флагах и гербах, он не спутник торжеств, он – сама повседневность. Только у последователей Будды, ищущих просветления, серый – это цвет траура.

Упомянутые особенности восприятия цвета разными народами в последние 3–5 тысяч лет – это крупницы знаний, приглашение к глубокому изучению этой темы. Чтобы стать успешным производителем рекламы надо владеть этими знаниями свободно.

Список источников

1. Трубецкова И.А., Найденская Н.Г. Мода. Цвет. Стиль. М.: ОДРИ, 2018. 320 с.
2. Гёте И.В. Учение о цвете / пер. с нем. В.О. Лихтенштадт. М.: АСТ 2021, 256 с.
3. Ньютон И. Оптика или Трактат об отражениях, преломлениях, изгибаниях и цветах света: 2-е издание М.: ЁЁ Медиа, 2012. 370 с.
4. Сен-Клер Кассия: Тайна жизнь цвета. Издательство Бомбара, 2020. 320 с
5. Иттен И. Искусство цвета. М.: Д. Аронов, 2004. 96 с.
6. Бушер Х. Какой цвет вам к лицу. ФРГ: «Фалькен», 1996. 127 с.
7. Люшер М. Магия цвета. Харьков: АО «СФЕРА»; «Сварог», 1996. 432 с.
8. Паранюшкин Р.А., Хандова Г.Н. Цветоведение для художников: колористика. Ростов н/Д: Феникс, 2007. 96 с.
9. Пастуро М. Желтый. История цвета. М.: Новое литературное обозрение, 2022. 160 с.
10. Пастуро М. Синий. История цвета. М.: Новое литературное обозрение, 2006. 168 с.

Информация об авторах / Information about the Authors

Апончук Ирина Игоревна,
старший преподаватель кафедры
рекламы и журналистики ИРННТУ,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
aponchuk55@inbox.ru

Гегель Анастасия Игоревна,
студент,
Институт информационных технологий
и анализа данных, Иркутский национальный
исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
anastasiagegel04@mail.ru

Irina I. Aponchuk,
Senior Lecturer,
Department of Advertising and Journalism, IRNITU,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
aponchuk55@inbox.ru

Anastasia I. Gegel,
Student,
Institute of Information Technologies and Data Analysis,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
anastasiagegel04@mail.ru

Особенности образования, употребления и распространения неологизмов в компьютерной игровой сфере в английском языке (на примере сленга игры Fortnite)

© И.А. Галич, И.А. Савватеева

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Исследование посвящено анализу специфики образования, распространения и употребления неологизмов в компьютерных играх на примере образования и функционирования игрового сленга в компьютерной игре Fortnite. Исследование предполагает анализ игровой сленговой компьютерной лексики, а именно анализ происхождения компьютерных неологизмов, их употребление, особенностей функционирования в виртуальной среде на примере сленга одной популярной и распространенной онлайн-игры. В статье предлагается анализ дефиниций лексических единиц, входящих в состав игрового сленга, способов его словообразования в целях проследить возможные особенности функционирования неологизмов в игровой виртуальной среде. Проблематика исследования связана с быстро распространяющейся сферой IT-технологий и, соответственно, постоянным появлением новых лексических единиц, функционирующих в игровой виртуальной среде. Интерес представляет процесс обретения словами либо нового смысла, либо возникновения новых лексических форм слов в английском языке виртуального общения, и, соответственно, их функционирования в виртуальном игровом мире. В статье приводится краткое обоснование возможного потенциала изучения игрового сленга и намечаются перспективы будущих исследований в данном направлении в лингвистике.

Ключевые слова: неологизм, игровая компьютерная лексика, сленг, словообразование, компьютерная игра

Formation, usage and distribution of neologisms in the computer gaming field in the English language (in the case of Fortnite game slang)

© I.A. Galich, I.A. Savvateeva

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article is devoted to the analysis of the specifics of the formation, distribution and use of neologisms in computer games on the example of the formation and functioning of game slang in the computer game Fortnite. It analyses of game computer vocabulary, namely the origin of computer neologisms, their use, features of functioning in a virtual environment, and the forecast of further research. The article describes the analysis of definitions of lexical units, which are part of the gaming slang. It reveals the meanings and ways of word formation in order to trace possible features of neologisms functioning in virtual gaming environment. The research problem is connected with the rapidly expanding field of IT technologies and, accordingly, the constant emergence of new lexical units that function in the gaming virtual environment. The article deals with the process of acquiring words with either a new meaning, or the emergence of new lexical forms of words in the English language of virtual communication, and, accordingly, their functioning in the virtual game world.

Keywords: neologism, computer gaming vocabulary, slang, word formation, computer game

Игра *Fortnite* – одна из самых популярных многопользовательских игр, в которую играют более 250 миллионов игроков по всему миру. Она произвела фурор в индустрии онлайн игр: только с момента выхода (2017 г.) до декабря 2019 г. игра принесла 9 миллиардов долларов валового дохода, и на это есть неоспоримые причины:

– простой и понятный интерфейс, к ней

легко присоединиться новичкам, она полностью бесплатна и доступна на большинстве игровых платформ;

– интуитивный дизайн и мультяшный стиль графики. Мир игры представлен в ярких цветах, что отличает его от темных и запретных сред, которые можно увидеть в большинстве других многопользовательских игр-шутеров;

– игрой можно легко делиться через

социальные сети, среди которых чаще всего используется стриминговая платформа *Twitch*;

– *Fortnite* постоянно обновляется, предоставляя игрокам новые карты, новые функции и даже события в режиме реального времени, при этом сама игра не является источником монетизации [4].

Несмотря на то, что с момента выпуска игры прошло уже 6 лет и за это время количество конкурирующих игр в жанре *battle royale* заметно увеличилось, *Fortnite* так и остается одной из самых востребованных. Это означает, что у игры сложилась преданная аудитория, которая посредством внутриигрового взаимодействия способствовала созданию широкого пласта геймерской лексики (геймерских неологизмов и сленга).

Актуальность и новизна исследования объясняется спецификой появления и использования игровых неологизмов, которые часто заменяют существующие понятия, либо используются для их сокращения, поскольку зачастую берут начало из общения между игроками, скорость передачи информации при этом обретает существенное значение. Цель исследования – проследить появление, распространение, особенности и использование новых лексических единиц в игровой сфере в английском языке на примере компьютерной игры *Fortnite*. Выбор материала, объекта и предмета исследования обусловлен следующими факторами:

– основой пополнения компьютерной лексики является английский язык;

– игра *Fortnite* входит в перечень наиболее популярных игр 2022–2023 г. (*The list of the popular PC games in 2022*) [1–2];

– игра *Fortnite* относится к наиболее популярным и распространенным игровым жанрам (*Battle royal game and Multiplayer Battle Online Arenas Fortnite 2017*) [3];

– необходимостью задавать пределы анализа обширного материала.

Для того, чтобы проанализировать закономерности и особенности формирования игрового сленга, выясним, откуда появляется сленг и какие способы его образования существуют. Сленг – это относительно устойчивый для определенного периода, широко употребительный, стилистически маркированный (сниженный) лексический пласт (имена существительные, прилагательные и глаголы, обозначающие бытовые явления, предметы, процессы и признаки). Один из ведущих зарубежных сленгологов мира Эрик Партридж определяет сленг как «бытующие в разговорной сфере весьма непрочные, неустойчивые, никак не кодифицированные, а часто и вовсе беспорядочные и случайные совокупности лексем, отражающие общественное сознание людей, принадлежащих к определенной социальной или профессиональной среде» [7].

Игровой сленг – один из самых распространенных и подвижных пластов лексики в наше время, т. к. он постоянно обновляется и впитывает в себя все новшества в связи с быстро развивающимся техническим прогрессом [5]. Он содержит определенные опознавательные знаки, которые позволяют понять другим игрокам, является ли человек «инсайдером», посвященным в тонкости игры, или новичком. В компьютерно-игровом дискурсе этот сленг уместен и обеспечивает наиболее продуктивное общение в игре, позволяет геймерам быстро реагировать на изменение ситуации в пределах игрового поля, что помогает побеждать в игре команде и успешно развивать собственную виртуальную локацию и персонажа [6].

В рамках практической реализации цели исследования мы проанализировали лексический материал компьютерной игры *Fortnite*, а именно компьютерный сленг и способы его образования (см. таблицу). Анализ способов образования игрового сленга в игре *Fortnite* показал, что наиболее частотными являются следующие способы словообразования неологизмов в данной игре:

– лексические единицы, образованные путем аббревиации, включая акронимы. Данным способом образовано 6 слов: *to be GOATed*, *Mats*, *Meds*, *To res*, *SCAR*, *Tac*. Главенствующее положение аббревиации (акронимов) в лексической иерархии игровых неологизмов указывает на тенденцию к минимизации, стандартизации и упрощению лексических средств языка, что хорошо иллюстрирует особенность игрового сленга: условия общения побуждают к ускорению приема и передачи информации;

– вновь образованные слова по имеющимся в языке моделям (семантические неологизмы). Данным способом образовано 3 лексические единицы: *to be on whites*, *minis*, *piece control*.

– использование уже существующих в английском языке слов в новых специфических значениях, применяемых в игре (лексические неологизмы). Данным способом образовано 3 лексические единицы: *to farm*, *nerf* *to be nerfed*, *sweat* *to sweat*.

Выборка лексического материала для анализа (на самом деле обширного для изучения языкового сленга компьютерных игр), из одной, но распространенной и популярной игры обусловлена необходимостью всегда задавать пределы анализа. Тем не менее, такая выборка также дает

Таблица. Game slang of Fortnite [8–11]

Term	Part of speech	Way of formation	Definition	Example of using
To farm	Verb	Transition of slang words within the English (word get new meaning).	Actively gathering more building materials.	"I've been farming for about 10 minutes now."
Minis	Plural noun	Word-forming element 'mini' got the ending -s, and was turned into plural noun, so the way of formation is recycling of the words and parts of words, which are already in the language.	Small shield potions.	"Do you need minis?"
Piece control	Collocation	It was formed by recycling of the words and parts of words, which are already in the language.	Actively using your builds to take control of the fight, often by boxing in the other player.	"I'm going to try to piece control him."
Sweat, To sweat	Noun, Verb	Transition of slang words within the English (word get new meaning).	Players that are sweating are putting in much more effort than required to get the same outcome.	"The player up top is a sweat" "Stop sweating."
To be on whites	Collocation	Adjective white got ending s, and turned into plural noun with a completely new meaning and is used as a part of collocation, so the way of formation is recycling of the words and parts of words, which are already in the language.	Being "on whites" means a player has no shield. It can also be used to describe the healing items that heal white health. They're called "whites" as this is the colour of the damage numbers when a player has no shield.	"He's on whites."
To be GOATed	Adjective	Abbreviation.	"GOAT" is an acronym for "greatest of all time". This is said about player, who have done something impressive during the game.	"That was a great play; you're GOATed."
Mats	Noun	Abbreviation.	Short for "materials", which are the wood, brick and metal that you gather to build with.	"I've got max mats."
Meds	Noun	Abbreviation.	Short for "medicine", it can refer to any type of healing item, it's more often used in place of a medkit or bandages.	"I'm low health; I need meds."
To res	Verb	Abbreviation.	"Res" is short for "resurrect". Teammates that are knocked can be resurrected before their health depletes or they are "thirsted".	"Res me!" (often screamed)
SCAR	Noun	Abbreviation.	"SCAR" is an acronym for "Special Combat Assault Rifle", which the Epic and Legendary assault rifles on Fortnite resemble.	"I'm going to upgrade to a gold SCAR."
Tac	Noun	Abbreviation.	Short for "tactical shotgun".	"I'm only finding tacs."
Nerf, To be nerfed	Noun, Adjective	Transition of slang words within the English (word get new meaning) and using figure of speech – irony.	Nerf guns are toy guns that fire foam bullets. So, when we talk about "nerfing" a gun, we mean "make it weaker".	"This gun needs a nerf" "Gun should be nerfed."

возможность наглядно проследить основные особенности образования и функционирования игрового компьютерного сленга:

– все слова и выражения короткие (максимум 2–3 слова), либо искусственно сокращены;

– преобладают глаголы и глагольные прилагательные (обозначающие признак предмета по действию), либо сокращенные фразы, побуждающие к какому-либо действию, т. к. во время игры игрокам необходимо быстро и содержательно обмениваться информацией, поэтому слова максимально сокращены и исключены описательные (ненужные в данной ситуации) части речи (имена прилагательные). Данный вывод основан на выборке для анализа 12 лексических единиц: из них 7 существительных, 3 глагола, 2 прилагательных и 2 словосочетания.

– в основном, слова не получают абсолютно новое значение, а лишь получают узкоспециальное значение, применяемое в игре.

Исходя из этого, можно выделить отличительную особенность образования именно игровых неологизмов и особенность обновления лексики в сфере виртуального общения в английском языке. Такой особенностью можно назвать процесс формирования обновленных лексических единиц за счет собственных ресурсов английского языка, который также обладает потенциалом к расширению лексико-грамматической парадигмы.

Анализ дефиниций сленга показывает, что игровая лексика довольно разнообразная по значению и по тематике использования несмотря на то, что лексические единицы в виртуальной игре не приобретают, как отмечалось выше, абсолютно новое значение, а только получают узкоспециальное значение, необходимое для игры. Например, глагол *to farm* – *to use land for growing crops or and/or keeping animals as a business*¹, основным значением которого является возделывать землю, используется в виртуальных играх в следующих значениях:

– копить деньги, добывать или накапливать какие-либо предметы или материалы, которые обладают ценностью в компьютерной игре;

– ликвидация монстров с целью получения золота, опыта или игровых предметов [9].

Производное от глагола *to farm*, существительное *farming* (фермерство), означает сбор жизненно важного урожая в основном своем значении, а в игровом сленге приобретает значение сбора строительных материалов, необходимых для выживания в игре [9]. Таким образом, при помощи

сленга в виртуальной игровой среде можно и описать происходящее и, например, дать команду.

Приведем еще несколько примеров:

– существительное *mats* – *a small piece of strong material that covers and protects part of a floor*². В игре *Fortnite* используется в следующем значении: *short for “materials”, which are the wood, brick and metal that you gather to build with* [10]. В толковании указывается на практически универсальное разнообразие допустимых для использования физических объектов (кирпич, дерево и т. п.), соответствующих данному значению: *“I’ve got max mats”* [9];

– глагол *to sweat* – *to produce liquid through your skin because you are hot or nervous*³, существительное *sweat* – *the clear, salty liquid that you pass through your skin*. В игре *Fortnite* используется в следующем значении: *to sweat* – *to put in much more effort than required to get the same outcome* [8], *sweat* – *player, who is putting in much more effort than required to get the same outcome* [8]. В игровом процессе слово приобретает отличное от общего толкования значение – «переусердствовать», «игрок, прилагающий лишние усилия»: *“The player up top is a sweat (noun)”* [9], *“Stop sweating (verb)”* [9];

– существительное *meds* – *a medicine or a set of medicines that someone takes regularly*⁴. В игре *Fortnite* используется в следующем значении: *short for “medicine”, which can refer to any type of healing item and is more often used in place of a med-kit or bandages* [9]. В толковании слово обозначает любые игровые предметы, повышающие шкалу здоровья игрока: *“I’m low health; I need meds”* [9]. Таким образом, можно провести аналогию с первоначальным толкованием слова – медикаменты (лекарства), улучшающие здоровье человека.

Таким образом, потенциал расширения значений неологизмов в компьютерных играх и приобретение ими дополнительных значений обусловлен потребностью в заполнении новых номинативных лакун в рамках заданной определенной игрой виртуальной реальности. Лингвистический анализ показывает, что игровой сленг может как описывать виртуальный мир игры, так и выражать действия в процессе игры.

Уникальность появления, распространения и функционирования неологизмов в игровом сленге объясняется тем, что он становится частью игрового процесса, в котором существует необходимость формирования универсального средства коммуникации в виртуальном общении. Игровой сленг можно назвать новым языком общения, формирующемся в настоящее время в результате

¹⁻⁴Cambridge Dictionary Online. [Электронный ресурс]. URL: <https://dictionary.cambridge.org> (23.06.2023)

быстрого развития игровых технологий. Изучение лингвистических факторов образования и функционирования неологизмов, вносит определенный вклад в исследование активных языковых процессов в английском языке в виртуальной среде его использования. Лингвистические исследо-

вания игровой сферы деятельности человека в виртуальной среде представляются довольно перспективными на основании динамичности, гибкости и постоянного пополнения неологизмами виртуальной игровой сферы деятельности человека.

Список источников

1. Gomez N. Top 10 Most Popular Online Games In 2023 // Online sports portal « SportsBrowser.net» [Электронный ресурс]. URL: <https://sportsbrowser.net/most-popular-online-games/> (20.01.2023)
2. Омуйа К. Which are the top 10 most popular online games right now? // Online sports media/news company «Sports Brief» [Электронный ресурс]. URL: <https://sportsbrief.com/facts/top-listicles/30053-which-top-10-popular-online-games/> (17.01.2023)
3. Bhattacharjee C. Popular Video Game Genres for Kids in 2022 // Coding Platform «BrightCHAMPS» [Электронный ресурс]. URL: <https://brightchamps.com/blog/video-game-genre/> (24.12.2022)
4. McIntosh J. Why is Fortnite so Popular Among Esports Fans? // ggCircuit LLC [Электронный ресурс]. URL: <https://blog.ggcircuit.com/why-is-fortnite-so-popular-among-esports-fans#what-is-fortnite> (10.01.2023)
5. Усманова П.С. Linguistic features of the formation of the lexicon of computer game players in cyberspace // Молодой ученый. 2020. № 22. С. 634–636. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/312/71015/?ysclid=ldjmr2jrf951021055> (15.12.2022)
6. Комаров В.А., Шушарина И.А. Геймерский сленг в современной России // Вестник Курганского государственного университета. 2019. № 1. С. 88–90. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/igrovoy-sleng-v-sovremennom-russkom-yazyke?ysclid=ldjms79z0768557692> (10.12.2022)
7. Мизюрина Т.В. Определение и общие характеристики понятия «Сленг», его роль в языке и культуре современной России // Вестник Челябинского государственного университета. 2013. № 1. С. 106–111. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-i-obshchie-harakteristiki-ponyatiya-sleng-ego-rol-v-yazyke-i-kulture-sovremennoy-rossii?ysclid=ldjay9qtp778161986> (27.11.2022)
8. Ambalina L. The Fortnite Glossary: 35 Essential Terms And Phrases // Gaming website «KeenGamer» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.keengamer.com/articles/guides/fortnite-battle-royale-10-essential-phrases/> (25.12.2022)
9. McEvoy J. Fortnite Slang And Terms Explained // Gaming website «KnowYourMobile» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.knowyourmobile.com/user-guides/fortnite-slang-and-terms-explained/#> (25.12.2022)
10. Perez C. Fortnite Slang and Terminology: 90s, Pots, Nerfs, Buffs, Dubs, More // Gaming website «Fort Fanatics» [Электронный ресурс]. URL: <https://fortfanatics.com/fortnite-slang-and-terminology/> (07.01.2023)
11. Ranjan K. 60 Gaming Words & Slangs Every Gamer Should Know // Trading company «Cashify» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cashify.in/gaming-words-slangs-every-gamer-should-know> (07.01.2023)

Информация об авторах / Information about the Authors

Ирина Артуровна Галич,

студент,
Институт информационных технологий и анализа данных,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
someone2004@mail.ru

Irina A. Galich

Student,
Institute of Information Technology and Data Science,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
someone2004@mail.ru

Ирина Анатольевна Савватеева

к.ф.н.,
доцент кафедры иностранных языков № 1,
Институт лингвистики и межкультурной коммуникации,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
savvrina@mail.ru

Irina A. Savvateeva,

Cand. Sci. (Philology),
Associate Professor of Department of Foreign Languages № 1,
Institute of Linguistics and Intercultural Communication,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
savvrina@mail.ru

Анализ развития индивидуального жилищного строительства в Иркутской области

© Е.А. Беляева, О.В. Литвинова

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Рынок индивидуального жилищного строительства в течение последних пяти лет развивается стремительно быстро. На это влияет множество факторов, таких как пандемия и последующие карантинные ограничения. Спрос на загородное жилье растет с каждым годом и этот вопрос остается актуальным на сегодняшний день. В данной статье представлен анализ индивидуального жилищного строительства, приведено соотношение количества участков индивидуального жилищного строительства к общему объему продаваемой земли, изучены тенденции в Иркутской области за последние три года. Приведен анализ средней рыночной стоимости одного квадратного метра общей площади жилья, а также средняя площадь участка по Иркутску, Александровскому, Байкальскому, Голоустненскому, Качугскому, Култукскому, Московскому, Плишкинскому трактах. Проанализированы и выделены три лидера по площади и количеству участков в продаже среди перечисленных трактов. Проанализированы текущие минимальные, максимальные, средние цены на земельные участки. Для решения жилищной проблемы большей части населения рассмотрен вопрос о долгосрочном ипотечном кредитовании. С помощью разработки системы ипотечного кредитования станет возможным решение важнейшей социальной проблемы улучшения жилищных условий населения. Активизация жилищного строительства способна оказать положительное влияние на макроэкономическую ситуацию в стране. На заключительном этапе анализа индивидуального жилищного строительства приведен ряд преимуществ, основными из которых являются снижение цен на некоторые строительные материалы, экологичность и безопасность. Создание индивидуального уникального проекта жилого дома позволяет соответствовать ряду требований и возможностям заказчика.

Ключевые слова: анализ, развитие, индивидуальное жилищное строительство, строительная отрасль, рынок недвижимости, земельный участок

Analysis of the development of individual housing construction in the Irkutsk region

© Ekaterina A. Belyaeva, Olga V. Litvinova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The market for individual housing construction has been developing rapidly over the past five years. This is influenced by many factors, such as the pandemic and subsequent quarantine restrictions. The demand for suburban housing is growing every year and this issue remains relevant today. The article presents an analysis of individual housing construction, shows the ratio of the number of individual housing construction sites to the total volume of land sold, and studies trends in the Irkutsk region over the past three years. The article provides an analysis of the average market value of one square meter of the total area of housing, as well as the average area of the site in Irkutsk, Alexandrovsky, Baikal, Goloustnensky, Kachugsky, Kultuisky, Moscow, Plishkinsky tracts. Three leaders in terms of area and number of plots for sale among the listed tracts and their current minimum, maximum, average prices have been analyzed and identified. To solve the housing problem of the majority of the population, the issue of long-term mortgage lending has been considered. With the help of the development of a mortgage lending system, it will be possible to solve the most important social problem of improving the living conditions of the population. The intensification of housing construction can have a positive impact on the macroeconomic situation in the country. The article presents a number of advantages, the main of which are lower prices for some building materials, environmental friendliness and safety. Creating an individual unique project of a residential building allows meeting a number of requirements and capabilities of the customer.

Keywords: analysis, development, individual housing construction, construction industry, real estate market, plot of land

Введение

Рынок индивидуального жилищного строительства в течение последних пяти лет развивается стремительно быстро. Представители отрасли отмечают, что наибольший пик приходится на момент 2020–2021 гг. Главная причина данного факта заключается в воздействии определенного влияния пандемии COVID-19 и последующими карантинными ограничениями. В условиях повсеместного локдауна на территории России спрос на загородное жилье вырос почти на 100–115 % [1].

Строительная отрасль занимает ключевое место среди отраслей индустриального комплекса Иркутской области. Важнейшим направлением развития области является создание качественной среды жизнедеятельности человека. В течение последних лет были реализованы и продолжают развиваться проекты множеств коттеджных поселков, активно возводятся жилые комплексы таунхаусов. Администрация города и района активно поддерживает все эти инициативы, выделяя бесплатные земельные участки, осваивая федеральные земли и обширные сельскохозяйственные земли в пригородах Иркутска [2].

Строительство доступного малоэтажного жилья позволяет улучшить жилищные условия населения. Рост рынка индивидуального жилищного строительства (ИЖС) будет достигаться благодаря расширению качественного предложения от застройщиков и поддержке со стороны государства (с учетом сохранения объемов работ в сегменте самостроя). На сегодняшний день государственные программы ориентированы на удовлетворение потребностей рынка, и первым шагом в этом направлении является систематизация программ ипотеки. С помощью государственной поддержки появляется возможность удовлетворить спрос на комплексные поселки со стороны платежеспособных покупателей.

Значительный объем ввода ИЖС в статистических данных обусловлен самостроем. В большинстве случаев, это дома из бруса, которые не отличаются высокой энергоэффективностью и

качеством, имеющие низкий уровень благоустройства. Такие объекты быстро теряют в стоимости, поскольку они не были разработаны как коммерческий продукт, а были построены для конкретных целей без учета рыночных условий. Их сложнее продать, вследствие чего рынок насыщается жильем низкого качества с отсутствием общей структуры, централизованной канализации, водопровода.

В конце прошлого века началось массовое строительство загородных поселений в России, но в то время отсутствовали специализированные проекты строительства, дороги прокладывались хаотично, архитектурные стили не сочетались между собой. Состояние дорожного полотна и инфраструктура в таких поселках не всегда отвечают представлениям о комфорте. Однако цены на дома с прилегающими к ним земельными участками весьма доступны [3].

С учетом показателей доступности жилья необходимо отметить положительную динамику, которая улучшается из года в год. Важное направление строительной отрасли – ввод жилых домов. Строительная отрасль в России на современном этапе характеризуется динамикой роста, увеличением инвестиций, внедрением новых технологий [4]. Главные преимущества загородной жизни – экологичность и безопасность для окружающей среды и человека за счет использования экологически чистых материалов.

Качественное ИЖС предполагает индивидуальность проекта. Создание такого проекта жилого дома позволяет соответствовать ряду требований и возможностям заказчика, что в дальнейшем приведет к более высокому спросу и стоимости на рынке недвижимости.

Министерством строительства Российской Федерации установлена средняя рыночная стоимость 1 квадратного метра общей площади жилья в Иркутской области на 1 квартал 2023 года в размере 95004 рублей. Рассмотрим каковы тенденции ИЖС в Иркутской области за последние три года (рис.1).

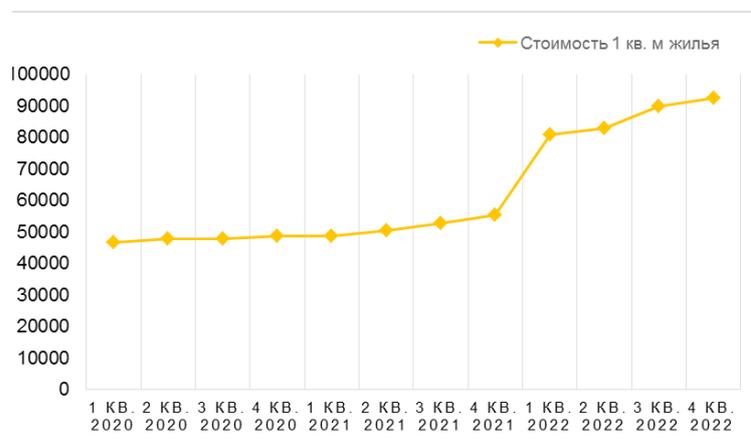


Рис. 1. Анализ средней рыночной стоимости 1 кв. м общей площади жилья в Иркутской области по данным Министерства строительства РФ

Таблица. Анализ текущих цен на земельные участки в Иркутске и Иркутской области

Наименование	Текущая цена на земельные участки, тыс. руб./сотка		
	Средняя	Минимальная	Максимальная
Александровский тракт	32.76	6.639	109.0
Байкальский тракт	58.61	11.53	1014
Голоустненский тракт	31.35	5.347	410.3
Иркутск	191.7	49.03	2694
Качугский тракт	29.21	0.334	75.75
Култукский тракт	35.80	1.402	192.3
Мельничная падь	49.77	23.20	155.8
Московский тракт	51.21	5.334	141.6
Плишкинский тракт	35.56	18.79	55.49

По приведенным данным можно отследить резкий скачок роста стоимости за квадратный метр с 4 квартала 2021 г., на который повлияли политические факторы. Увеличение стоимости строительства жилья в многоквартирных домах стимулирует рост строительства индивидуальных жилых домов за городом, что влечет за собой активное развитие направления загородной недвижимости. В таблице приведены текущие цены на земельные участки в Иркутской области.

Ссылаясь на высказывание генерального директора «Национального градостроительного института» Александра Кривова: «Две трети российских семей в той или иной степени не удовлетворены жилищными условиями, около 40 миллионов человек имеют свое жилье, находящееся в плохом или очень плохом состоянии (это около 10 млн. семей). Лишь 12,4 % семей могут приобрести жилье самостоятельно или с помощью заемных средств, а государство имеет обязательства по обеспечению жильем только 1,2 млн. семей – проблема налицо» [5].

Ипотека – это одна из форм залога, при которой закладываемое недвижимое имущество остается в собственности должника, а кредитор, в случае невыполнения последним своего обязательства, приобретает право получить удовлетворение за счет реализации данного имущества.

Следует различать понятия ипотека и ипотечное кредитование, при котором кредит выдается банком под залог недвижимого имущества. Ипотечный кредит – одна из составляющих ипотечной системы. При получении кредита на покупку недвижимого имущества сама приобретаемая недвижимость поступает в ипотеку (залог) банку как гарантия возврата кредита.

В условиях современной рыночной экономики, ипотечное жилищное кредитование становится ключевым фактором. Актуальной

социальной проблемой остается нехватка жилья в стране.

Долгосрочное ипотечное кредитование должно стать главным решением для большинства населения в решении жилищной проблемы. С помощью разработки системы ипотечного кредитования станет возможным решение важнейшей социальной проблемы улучшения жилищных условий населения. Активизация жилищного строительства способна оказать положительное влияние на макроэкономическую ситуацию в стране [6].

Минстрой РФ разработал стандарты развития малоэтажной застройки и девелопмента, в которых указано, что нужно комбинировать застройку (индивидуальные дома, таунхаусы, квадрохаусы и другие малоэтажные многоквартирные дома): только в этом случае у людей появится больше возможностей переезжать за город и будет обеспечена необходимая плотность населения, чтобы обслуживание территории было экономически доступно, и при этом окупались коммерческие и социальные объекты в шаговой доступности [7].

Основополагающим источником земельных участков под малоэтажное строительство являются земли, которые представлены на рынке загородной недвижимости Иркутска. Рассмотрим соотношение количества участков ИЖС с общим объемом продаваемой земли по Иркутску, Александровскому, Байкальскому, Голоустненскому, Качугскому, Култукскому, Московскому, Плишкинскому трактах и Мельничной Пади (рис. 2).

Исходя из представленных данных, среди всех относительно недорогих земель Иркутского района, законодательно предусмотрено строительство домов на 40 %. По каждому из трактов это соотношение колеблется в районе 15–75 %, в Иркутске 53 %. Больше всего земель ИЖС расположены на Плишкинском и Московском трактах.

По Московскому тракту наиболее

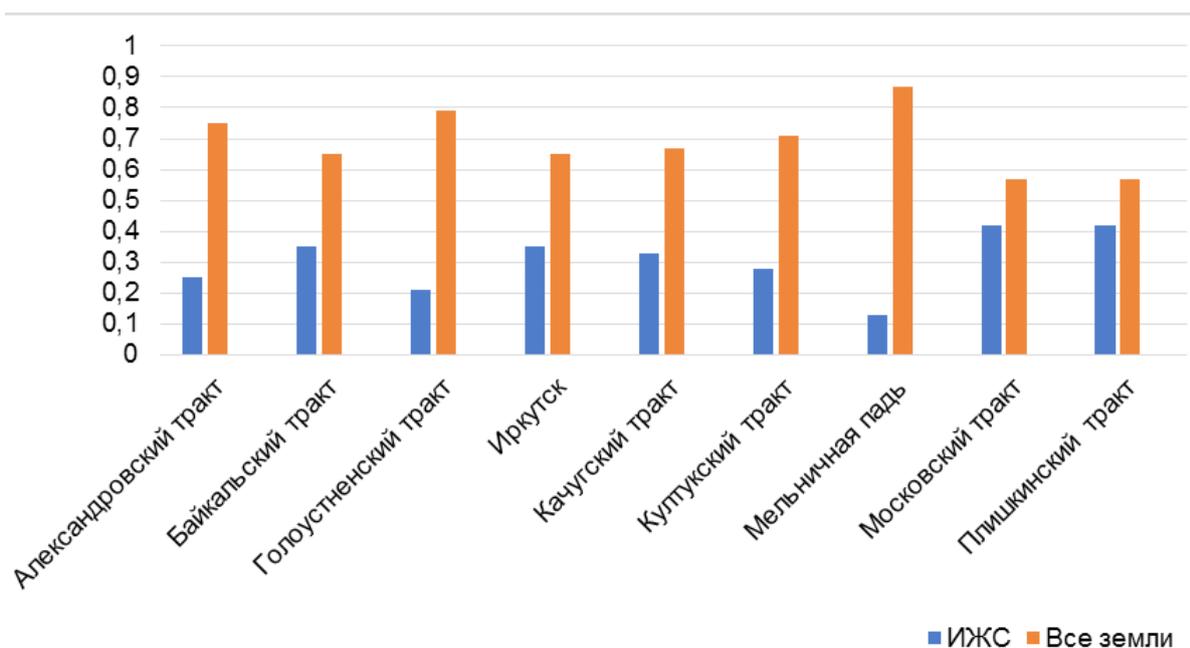


Рис. 2. Соотношение количества участков ИЖС с общим объемом продаваемой земли в Иркутске и Иркутской области

значительную долю земельных участков предоставляют поселки Мамоны, Западный и Южный. На Плишкинском тракте строительство разрешено примерно на 75 % от общего количества участков, но стоит отметить, что земли продается незначительное количество. С другой стороны водохранилища: по тракту на Мельничную падь – 15 %, земли под ИЖС расположены в поселках Березовые, Изумрудный, Хрустальный и пр.

К преимуществам выбора проживания за городом можно отнести значительную площадь земельного участка, позволяющую произвести

организацию ландшафтного дизайна, установку бассейна, спортивной и детской площадки. Следует отметить, 22 % от всех земель индивидуального жилищного строительства Иркутского района сосредоточено по Качугскому тракту. На рисунке 3 можно наглядно сравнить среднюю площадь участков под ИЖС, сот.

При выборе участка под ИЖС важно учитывать планируемое количество жилых помещений и их площадь, а также наличие инженерных коммуникаций, таких как газ, водоснабжение,

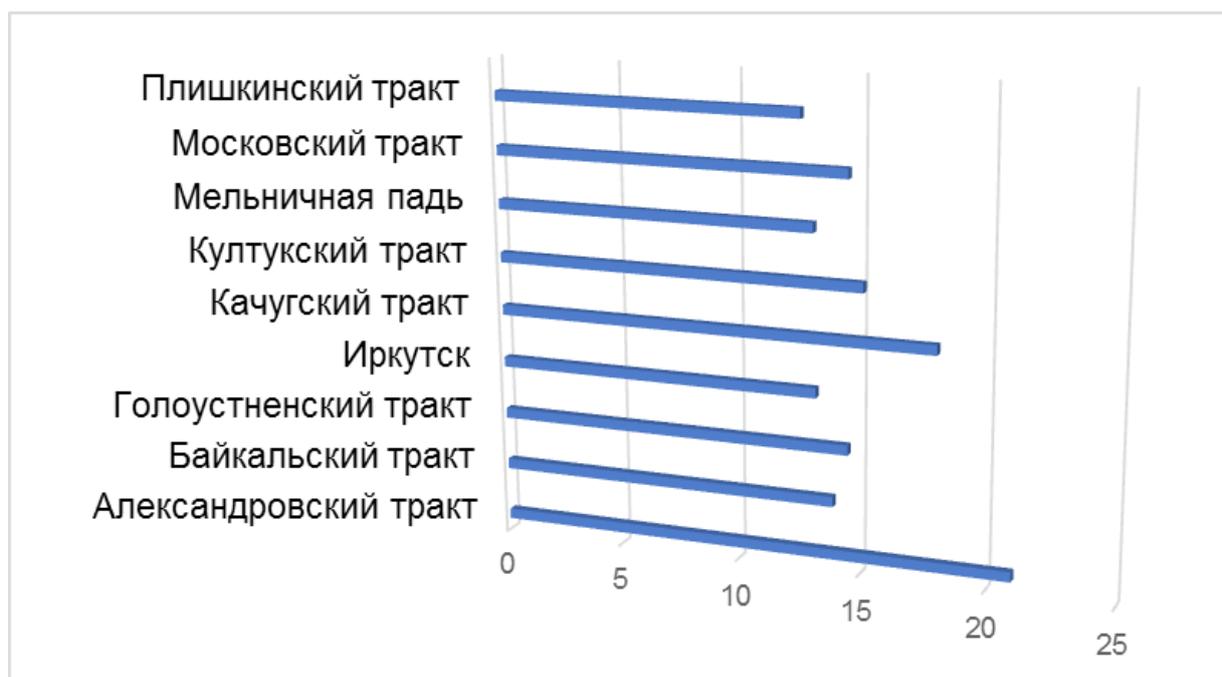


Рис. 3. Средняя площадь участка под ИЖС, сот.

электричество. Стоит обратить внимание на возможность подъезда и транспортную доступность. Земля под индивидуальное жилищное строительство на Качугском тракте является одной из наиболее дешевых в регионе – 35 тыс. руб. за сотку, в то время как в Иркутске средняя цена на строительство варьируется от 100 до 300 тыс. руб.

Следующим в рейтинге большей площади становится Байкальский тракт с 18 % всех земель «недорогих» ИЖС. По этому тракту все земли равномерно «распределены» вплоть до самой Листвянки и продаются в практически каждом населенном пункте. Хуже всего дела обстоят по Плишкинскому тракту (3 % «недорогих» земель ИЖС района) и по тракту на Мельничную падь (5 %). На Плишкинском тракте сосредоточено лишь 2 % всех земель в продаже, а по левой стороне водохранилища слишком мало населенных пунктов, следовательно, земель соответствующих категорий почти нет [2].

Подводя итог, можно выделить три лидера по площади и количеству участков в продаже: Иркутск, Байкальский и Качугский тракт. К ряду преимуществ ИЖС относятся:

- При строительстве индивидуального

теперь является более экономически эффективным, поскольку цены на древесину, металл и газоблоки снизились значительно, чем на другие строительные материалы, что привело к снижению себестоимости. Средний уровень цен на ИЖС за 2022 год снизился на 5–10 % в зависимости от типа дома и основного материала строительства;

- Экологичность и безопасность. Экологически чистые материалы, способствующие сохранению окружающей среды и безопасности здоровья человека. Время, проведенное на природе, как фундамент для физического и психического здоровья проживающих;

- Дом, построенный по индивидуальному проекту, имеет более высокий спрос и стоимость на рынке недвижимости;

- Муниципалитет может обеспечить прокладку коммуникаций и предоставить доступ к услугам больниц, поликлиник, школ и детских садов [8];

- Банки кредитуют ИЖС по специальным ипотечным программам;

- Сокращение бытовых расходов. В собственном доме владелец вправе рационально расходовать ресурсы.

Для того, чтобы построить дом на участке ИЖС, жилье должно соответствовать нормам закона:

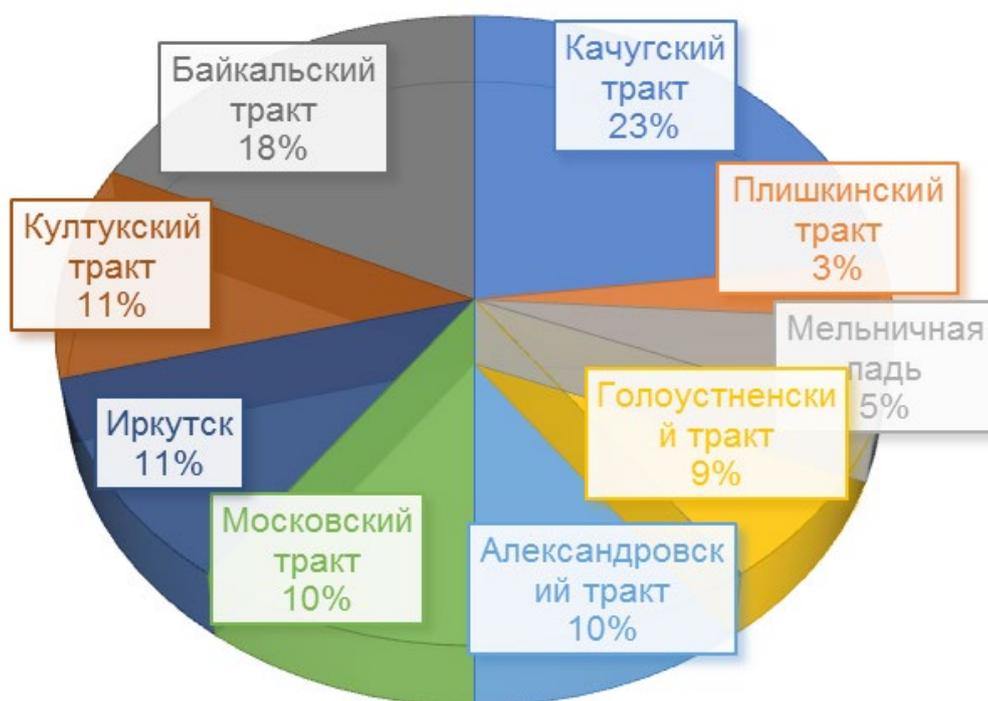


Рис. 4. Площадь участков под ИЖС

жилого дома предполагается создание уникального, индивидуального проекта, который будет отвечать требованиям и пожеланиям проекта;

- Экономическая выгода. Строительство жилого дома стандартного и комфортного класса

1. Отдельно стоящее здание.
2. Не больше трех этажей и не выше 20 м.
3. Рассчитан на проживание одной семьи.

Для домов площадью до 500 кв. м. действует уведомительный порядок разрешения на

строительство: Приказ Минстроя России от 19 сентября 2018 г. № 591/пр «Об утверждении форм уведомлений, необходимых для строительства или реконструкции объекта индивидуального жилищного строительства или садового дома» [9].

В заключении стоит отметить, что развитие территории Иркутского района и города Иркутска должно производиться с целью повышения ее привлекательности для жизни человека. В первую очередь, необходимо снизить уровень самостроя на рынке ИЖС, развивать строительство коттеджных поселков, в которых качество жизни – максимально высокое. Для этого необходимо создание единого

продукта – концептуального, многогранного, комплексного. Здесь нет мелочей: от качественного исполнения каждого компонента, от соответствия его общей концепции проекта зависит итоговый результат.

Задача состоит в том, чтобы повышать инвестиционную привлекательность Иркутского района: создание территории комфортного проживания привлечет людей, а они привлекут за собой и бизнес, и инвестиции, проектирования, ключевой с точки зрения разработки продукта: концепции поселка, архитектуры и дизайна, интерьеров и благоустройства [10].

Список источников

1. Наймарк И.И. Индивидуальное жилищное строительство // Госстройиздат УССР. 1959. С. 117-118.
2. Артамонов И.А. Где нам стоит дом построить? // ИнвестСтрой. 2012. [Электронный ресурс]. URL: <http://invest38.ru/gde%20nam%20stoit%20dom%20postroit> (17.04.2023).
3. Анисимов А.П. Земельные участки для индивидуального жилищного строительства: проблемы и парадоксы современного законодательства // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2009. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zemelnye-uchastki-dlya-individualnogo-zhilischnogo-stroitelstva-problemy-i-paradoksy-sovremen-nogo-zakonodatelstva> (17.04.2023).
4. Гареев И.Ф., Рожков В.Л., Котдусова А.Г. Основные тенденции развития инвестиционно-строительного комплекса // Российское предпринимательство. 2015. № 16(19) С. 3149–3158. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-tendentsii-razvitiya-investitsionno-stroitel'nogo-kompleksa/viewer> (12.06.2023).
5. Демидова Т.А., Давыденко В.И. Загородная ипотека: льготные программы для покупки дома // Циан. 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://irkutsk.cian.ru/stati-ipoteka-na-zagorodnyj-dom-programmy-i-banki-324529/> (12.06.2023).
6. Юрова Е.А. Проблемы и перспективы развития ипотечного кредитования в России // European Student Scientific Journal. 2016. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://sjes.esrae.ru/ru/article/view?id=387> (09.05.2023).
7. Яковенко К.О. Аналитика. Строительство // Эксперты о развитии рынка ИЖС в Иркутской области. 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://realty.irk.ru/analytics.php?id=29178&action=show> (20.04.2023).
8. Хворова Н.М. Основные принципы экологического дизайна в архитектурном проектировании. // Строительство и архитектура. 2016. №5(47). [Электронный ресурс]. URL: <https://research-journal.org/archive/5-47-2016-may/osnovnye-principiy-ekologicheskogo-dizajna-v-arxitekturnom-proektirovanii> (08.06.2023).
9. Gissen David. Big and Green Towards Sustainable Architecture in the 21st Century // Princeton Architectural Press. 2003. P. 186–187. [Электронный ресурс]. URL: <https://archive.org/details/biggreen00davi> (08.06.2023).
10. Петрова Е.А., Коршунов А.Ф. Перспективы строительства экологически чистых зданий. // Современное строительство и архитектура. 2022. № 1(25). С. 14–19. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-stroitelstva-ekologicheskii-chistyh-zdaniy> (09.06.2023).

Информация об авторах / Information about the Authors

Беляева Екатерина Александровна,
магистрант,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
belyaevacat@gmail.com

Литвинова Ольга Владимировна,
к. э. н., доцент кафедры экспертизы и
управления недвижимостью,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
olga.66.08@inbox.ru

Ekaterina A. Belyaeva,
Graduate,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
belyaevacat@gmail.com

Olga V. Litvinova,
Cand. Sci. (Economics),
Associate Professor of Expertise
and Real Estate Management Department,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
olga.66.08@inbox.ru

Влияние дистанционного обучения на физическую подготовку студентов технического университета

© Р.А. Амбарцумян, А.А. Зеликова

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается проблема дистанционного обучения, которая влияет на физическую подготовку студентов Иркутского национального исследовательского технического университета (ИРНИТУ). Был проведен опрос среди студентов, который помог выявить уровень их физической подготовки и зависимость физической активности от дистанционного обучения. Было опрошено 104 студента 1–4 курсов ИРНИТУ. Из полученных данных можно сделать вывод, что большая часть студентов (51 %) изъявили желание заниматься спортом. Стоит отметить, что велико количество тех, кто игнорирует какую-либо физическую подготовку. Среди опрошенных студентов основной мотивацией для занятий спортом были такие факторы, как: иметь хорошую физическую форму и поддерживать свое здоровье. Также были выявлены проблемы, которые отразились на возможности занятия спортом во время дистанционного обучения. Самый распространенный ответ – недостаток места для занятия спортом дома. Данная статья предназначена для оценки возможного положительного или негативного влияния дистанционного обучения на физическую активность студентов.

Ключевые слова: студенты, дистанционное обучение, опрос, мотивация, здоровье

The Impact of Distance Learning on the Physical Fitness of Technical University Students

© Rima A. Ambartsumyan, Anastasia A. Zelikova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article deals with the problem of distance learning, which affects the physical training of students of Irkutsk National Research Technical University (INRTU). A survey was conducted among students, which helped to identify the level of their physical fitness and the dependence of physical activity on distance learning. 104 students of 1-4 courses of INRTU were interviewed. The largest numbers of students (51%) express a desire to play sports, but the number among those who ignore any physical training is also large. Among the students surveyed, the main motivation for going in for sports was both to be in good physical shape and to maintain one's health. Problems were also identified that affected the possibility of playing sports during distance learning. The most common answer is the lack of space to play sports at home. This article is intended to assess the possible positive or negative impact of distance learning on students' physical activity.

Keywords: students, distance learning, survey, motivation, health

Введение

Весной 2020 года большинство стран мира были подвергнуты влиянию пандемии коронавируса. Учебные заведения Российской Федерации переводили на дистанционное обучение, которое включает в себя взаимодействие учителя и учащихся между собой на расстоянии, реализуемое при помощи Интернет-технологий или других средств, предусматривающих интерактивность, и отражающее все присущие учебному процессу компоненты (цели, содержание, методы, организационные формы, средства обучения) [1]. Это достаточно распространенный способ обучения, который проводится под контролем

преподавателя.

Однако, несмотря на то, что дистанционное обучение подразумевает самостоятельную организацию образовательного процесса, возникли некоторые трудности. Введение режима самоизоляции отразилось на физической активности студентов, т. к. это ограничивает занятие физической активностью на улице, спортивных залах и площадках. Отсюда следует, что место, где разрешено проявлять физическую активность – это собственное место проживания. В силу того, что учебный процесс проходит дома, у студентов нет подходящего пространства и инвентаря, а также времени из-за большого объема учебной

нагрузки. Поэтому основной минус дистанционного обучения – малоподвижный образ жизни [2].

Еще одним минусом формата такого обучения служит то, что не все студенты живут одни, кто-то живет с семьей, а кто-то в общежитии, а это может привести к таким проблемам как недопонимание и ссоры со стороны родителей или окружающих людей. Тем, кто живет в общежитии, причиняет дискомфорт и то, что для занятий физкультурой мало места. Некуда поставить нужный инвентарь, поставить монитор компьютера или вообще показаться в полный рост. Также не стоит забывать о насмешках, которые могут исходить от окружающих. Стоит уделить особое внимание гаджетам, ведь не у всех есть телефоны с хорошей камерой, памятью или звуком, а из-за этого нужно искать различные пути решения данной проблемы. Приходится просить у других, что снова доставляет лишний дискомфорт [3, 4].

Переход студентов на дистанционное обучение, предполагающий малоподвижный образ жизни и проведение большого количества времени за компьютером, оказывает негативное влияние на здоровье. А всем известно, что низкий уровень физической активности, несет за собой негативное влияние на психологическое состояние и здоровье [5].

Цель исследования

Провести анализ физической активности студентов в период перехода системы образования на дистанционное обучение, связанное с пандемией ковида.

Материалы и методы исследования

Для решения поставленной цели, был проведен анонимный опрос для студентов ИРНИТУ, который был направлен на выявление проблем физической активности, с которыми они столкнулись в период перехода на дистанционное обучение. В опросе участвовали 104 студента ИРНИТУ в возрасте от 17 до 27 лет.

Методы:

- анонимное анкетирование;
- общая статистика;
- анализ полученных данных.

Анонимное анкетирование включает в себя такие вопросы:

Занимаетесь ли вы спортом во время дистанционного обучения?

Как часто вы занимаетесь спортом?

Нравится ли вам проводить тренировки дома?

Почему вы не занимаетесь спортом дома?

Результаты исследования

В результате проведенного анкетирования было выявлено, что на вопрос «Занимаетесь ли вы спортом во время дистанционного обучения?» 51 % студентов ответили, что «да», 49 % – «нет» [6]. Из этого результата следует вывод, что количество занимающихся спортом и не ведущих активный образ жизни примерно одинаково. Это, возможно, связано с негативным влиянием дистанционного обучения на физическую активность студентов (рис. 1).

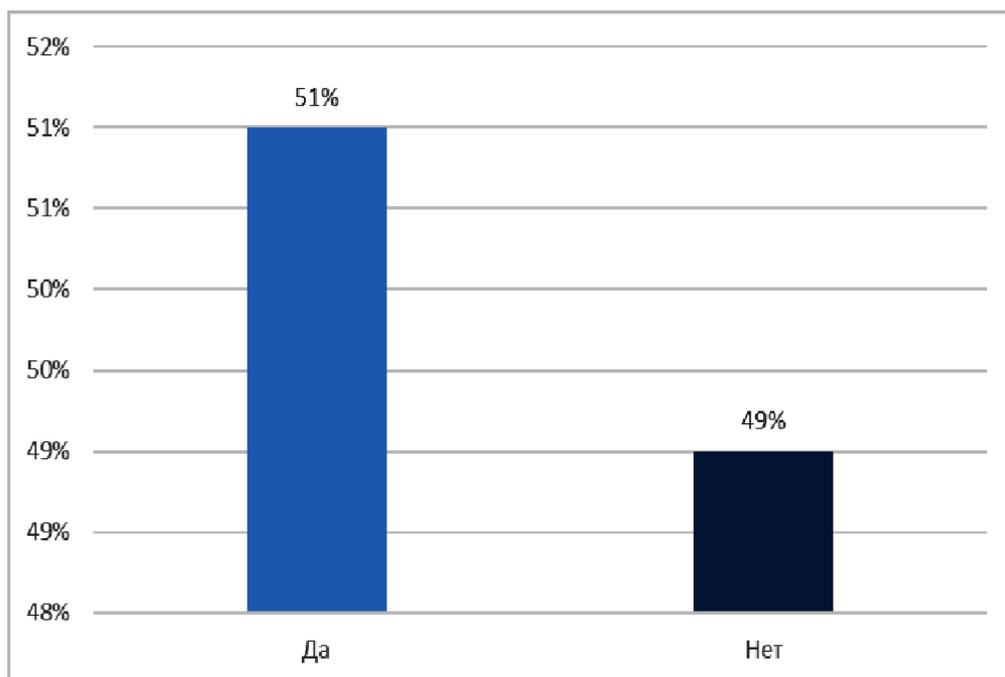


Рис.1. Занимаетесь ли вы спортом во время дистанционного обучения?

На вопрос «Как часто вы занимаетесь спортом?» большинство (44 %) ответили, что занимаются спортом 1–2 раза в неделю. Около 28 % отметили, что занимаются 3–4 раза в неделю. Также 23 % отметили, что не занимаются вообще.

И самый маленький процент 5 % – каждый день. Можно сделать вывод, физическая активность и желание заниматься спортом, по мнению студентов, упала. (рис. 2).

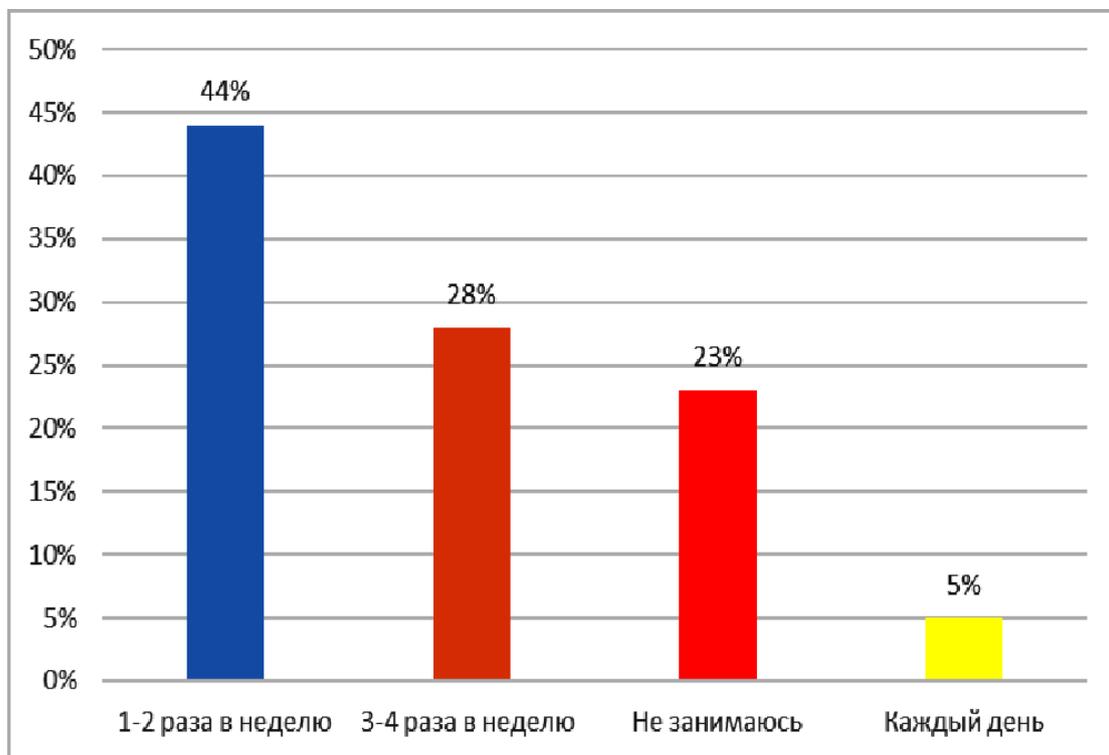


Рис.2. Как часто вы занимаетесь спортом?

Также был задан вопрос «Нравится ли вам проводить тренировки дома?» и большинство студентов разделились во мнении, но не со значи-

тельным отрывом. На ответ «Да» – ответили 53 % опрошенных, а на ответ «Нет» – 47 % (рис. 3).

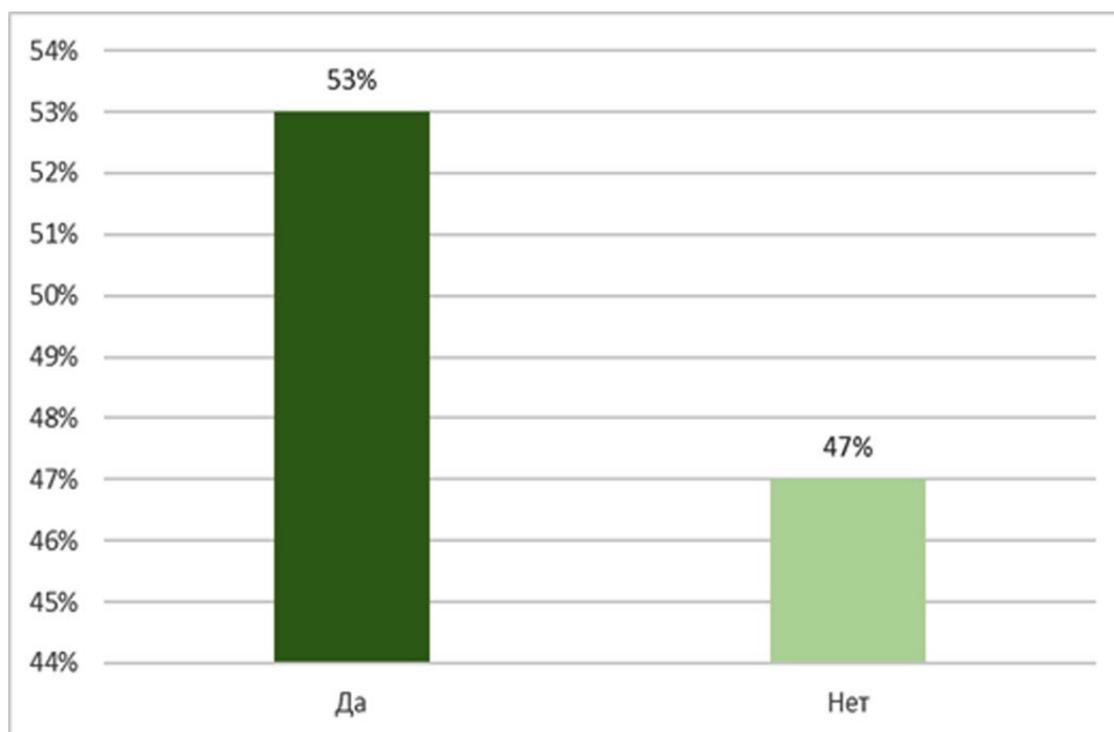


Рис.3. Нравится ли вам проводить тренировки дома?

И чтобы выяснить причину, по которой большое количество студентов не занимаются спортом, был задан следующий вопрос «Почему вы не занимаетесь спортом?». Исходя из ответов,

можно сделать такой вывод: 29 % – мало места для занятия спортом; 28 % – нет нужного инвентаря 24 % – лень; 16 % – все время уходит на дистанционное обучение (рис. 4).

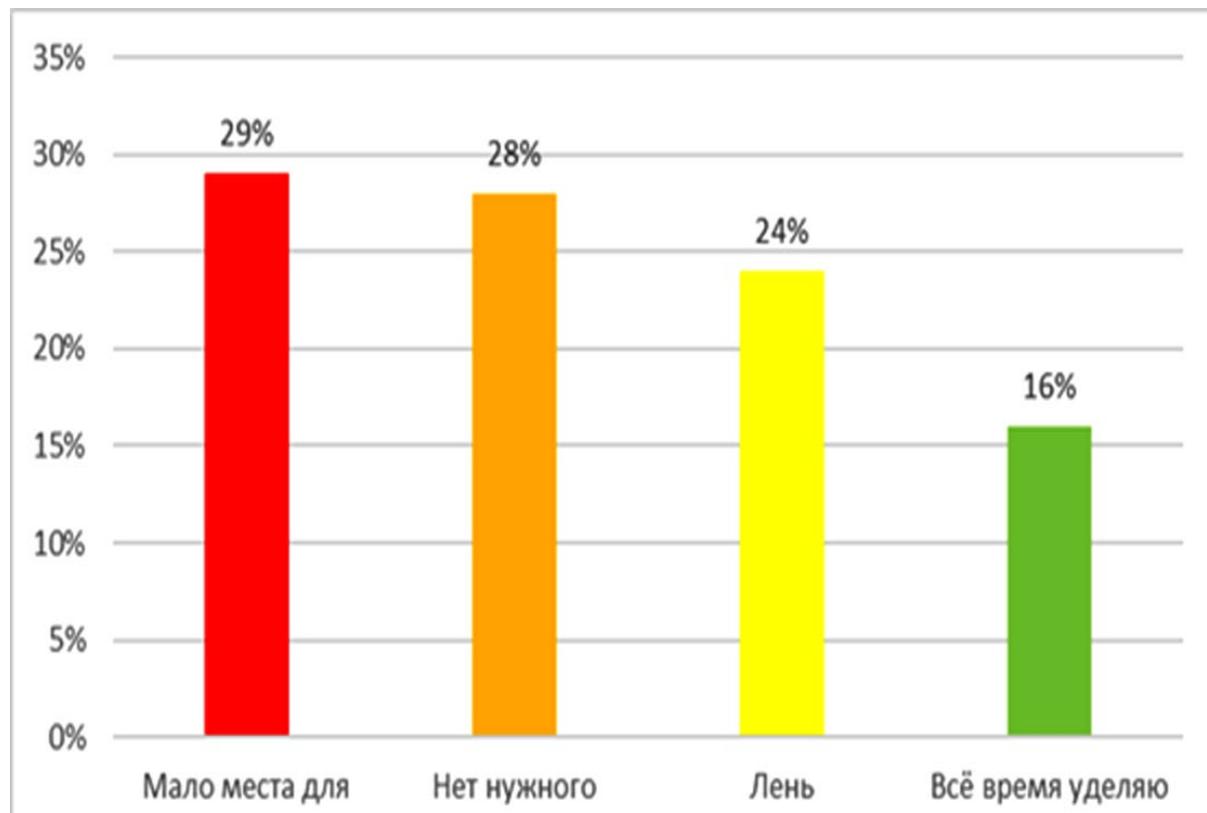


Рис.4. Почему вы не занимаетесь спортом?

В результате проведенного опроса рекомендовано: во время дистанционного обучения заниматься активными упражнениями. Начнем с того, что можно включить в свой режим небольшую зарядку днем и вечером. Людям, в зависимости от состояния здоровья, можно проводить физические нагрузки с использованием инвентаря в день по несколько минут. Это будет способствовать активности мышц и сохранению иммунитета. Помимо учебы, необходимо занимать себя другими делами, чтобы отвлечься и отдохнуть от умственной нагрузки [7].

Выводы

Установлено, что дистанционное образование снижает физическую активность, что наглядно представлено в работе. Показано, что было показано, что она резко упала. Самостоятельные занятия способны обеспечить здоровый образ жизни. Опираясь на рекомендации, студенты могут найти альтернативному традиционному физическому воспитанию заниматься самостоятельно [8, 9].

Таким образом, при переходе на дистанционное обучение, следует грамотно и правильно подобрать упражнения с учетом всех индивидуальных физических нагрузок, это будет способствовать полноценным двигательным режимом и сохранить физическое здоровье [10].

Список источников

1. Бакулина Ю.С. Физиология человека. М.: Педагогика. 2007. 325 с.
2. Кабачкова А.В., Фомченко В.В., Фролова Ю.С. Двигательная активность студенческой молодежи // Вестник Томского гос. унта. 2015. № 392. С. 175–178. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dvigatel'naya-aktivnost-studencheskoj-molodezhi/viewer> (15.05.2023).
3. Выготский Л.С. Физическое развитие студента. М.: Просвещение, 2008. 125 с.
4. Айзман Р.И., Королев В.А. Дистанционное обучение – возможность для непрерывного образования // ОБЖ. Основы безопасности жизни. 2013. № 6. С. 22–24.
5. Коджаспирова Г.М. Основы физического развития. М.: Гардарики, 2005. 372 с.
6. Муллер А.Б. Физическая культура. М.: Юрайт, 2020. 424 с.
7. Бекетова О. Н., Демина С.А. Дистанционное образование в России: проблемы и перспективы развития // Социальногуманитарные знания. 2018. № 1. С. 69–78. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/distantcionnoe-obrazovanie-v-rossii-problemy-i-perspektivy-razvitiya/viewer> (10.05.2023).
8. Данилова Л.Н. Дистанционное образование как форма повышения
9. квалификации педагогов за рубежом // Наука и практика воспитания и дополнительного образования. 2013. № 6. С. 45–52.
10. Мифтахов, А.Ф. Роль физической культуры в жизни студента // Novainfo, 2019. № 110. С. 82–83. [Электронный ресурс] URL: <https://novainfo.ru/res/dcpz82fy6x.pdf> (09.05.2023).

Информация об авторах / Information about the Authors**Амбарцумян Рима Агасовна,**

старший преподаватель кафедры физической культуры,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
rima.ambarcumyan@mail.ru

Rima A. Ambartsumyan,

Senior Lecturer of Physical Education Department,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
rima.ambarcumyan@mail.ru

Зеликова Анастасия Артемовна,

студент,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
zelikova060203@mail.ru

Anastasia A. Zelikova,

Student,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
zelikova060203@mail.ru

Лечебная физическая культура при заболевании коленного сустава

© В.В. Власенко, А.И. Пономарев

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. При помощи суставов тело человека выполняет всевозможные движения, поскольку они являются очень сложными конструкциями. Суставы колена, играющие колоссальную роль в двигательной деятельности человека, на постоянной основе испытывают большие нагрузки, что способно привести к их травмированию. Довольно неприятным считается явление, которое в ряде случаев требует своевременного лечения. Лечебная физическая культура нацелена на возобновление работы поврежденного сустава и играет в этом немалую роль. Лечебная физическая культура – метод, использующий возможности физической культуры с лечебно-профилактической целью для более быстрого и полноценного восстановления здоровья и предупреждения осложнений заболевания. Грамотное сочетание лечебной физической культуры и клинических методов поможет предупредить осложнения, ускорить выздоровление и вернуть былую работоспособность коленного сустава. Представленная статья обращает внимание на необходимость оздоровительных физических упражнений, которые ориентированы на профилактику и реабилитацию болезней коленного сустава.

Ключевые слова: суставы, лечебная физическая культура, травма, заболевание, мениск, лечение

Therapeutic physical culture for diseases of the knee joint

© Vladimir V. Vlasenko, Alexander I. Ponomarev

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. Human joints force our body to perform literally all kinds of movements, since they are very complex structures. Knee joints, which play a colossal role in human motor activity, constantly experience heavy loads, which can lead to their injury. This kind is a rather unpleasant phenomenon, which in some cases requires timely treatment. Therapeutic physical culture is aimed (physical therapy) at resuming the work of the damaged joint and plays a significant role in this. Therapeutic physical culture is a method that uses the possibilities of physical culture for therapeutic and preventive purposes for faster and more complete restoration of health and prevention of complications of the disease. Competent combination of physical therapy and clinical methods will help to prevent complications, accelerate recovery and restore the former performance of the knee joint. The presented article draws attention to the need for healing physical exercises, which are focused on the healing, prevention and rehabilitation of diseases of the knee joint.

Keywords: joints, therapeutic physical culture, trauma, disease, meniscus, treatment

Введение

Научно-технический прогресс вносит немаловажные изменения в процессы жизнедеятельности современного человека. Жизнь человека стала проходить в среде использования большого количества технических достижений, обеспечивающих повышенное удобство, а еще облегчающих выполнение ряда задач в работе и досуге. Офисная работа в кабинете становится наиболее распространенной, в то время как сложную физическую работу делают роботы. Большинство молодых людей все чаще пользуются девайсами, играют в компьютерные игры, взаимодействуют при помощи социальных сетей, моделируют и используют настоящие модели поведения в

виртуальном мире при поддержке приложений и разного рода компьютерного софта, используют сеть Интернет как главный источник информации. В нынешнее время все большее внимание ученых привлекает проблема досуга молодых людей, который не ориентирован на необходимую физическую активность [1].

Специалистами отмечается неуклонное понижение показателей физического и психического здоровья у студенческой молодежи, которое обусловлено активной компьютеризацией, колоссальными учебными нагрузками, наращиванием времени на самостоятельную обработку информации [2]. Стоит отметить, что под влиянием физических нагрузок улучшается мышечный каркас, деятельность всех

органов и систем организма, возрастает работоспособность, укрепляется здоровье [3].

Здоровый образ жизни – это индивидуальная система поведения человека, направленная на рациональное удовлетворение врожденных био-

человек (все из этого числа юноши и мужчины). Возрастной диапазон опрошенных – от 17 до 30 лет. Опрос включал в себя вопросы, нацеленные на выяснение причин получения травмы и тактики ее лечения.



Рис. 1. Причины получения травмы

логических и общественных потребностей, а еще на достижение совершенного физиологического, психологического и общественного благополучия [4]. Однако стоит отметить, что ведение здорового образа жизни способно не только привести в жизнь человека совершенствование его здоровья и физических навыков, но и без должной подготовки к получению травм, одной из множества которых является повреждение менисков. Повреждение менисков – довольно распространенная травма коленного сустава. Наиболее подвержены получению такого рода травмы спортсмены, занятые тяжелой физической активностью.

Цель исследования

Дать оценку заболеваниям коленного сустава, а также предоставить рекомендации по улучшению опорно-двигательной системы и профилактики заболеваний коленного сустава.

Материалы и методы исследования

Для оценки заболеваний коленного сустава были применены следующие методы:

- исследование интернет-источников;
- проведение опроса;
- консультация лечащего врача;
- анализ полученных данных.

Опрос проводился в 2022 году среди людей, получивших травму мениска, в форме анонимного анкетирования. В нем приняли участие 10

Результаты исследования

Одной из распространенных травм коленного сустава является повреждение мениска. Мениск – это хрящевая прокладка, располагающаяся в коленном суставе между бедренной и большой берцовой костями. Главной функцией мениска является стабилизация коленного сустава за счет увеличения площади соприкосновения костей.

В коленном суставе находятся два мениска – внутренний и наружный. Они соединены друг с другом при помощи связок, а внутренний мениск, в свою очередь, соединен с костью. Следовательно, в случае травмирования кости колена, повреждения наружного мениска происходят значительно реже, чем травмы внутреннего мениска. Повредить мениск не сложно, поэтому травмы мениска колена встречаются довольно часто.

В ходе проведения опроса были выявлены основные причины получения травм мениска (рис. 1): 40 % травм пришлось на несчастные случаи, связанные с падением или ударом об что-то твердое; 30 % респондентов получили травмы в результате занятий спортом; 20 % опрошенных получили некрепкие от природы связки; и только 10 % были травмированы в результате перенесенного заболевания.



Рис. 2. Тактика лечения травмы

При рассмотрении вопроса о тактике лечения (рис. 2) было выявлено, что большая часть опрошенных (40 %) перенесла операцию; а вот доля занимавшихся занятиями лечебной физической культурой (ЛФК) и самолечением совпала и составила по 30 %. Однако стоит отметить, что восстановление нормальной работоспособности у респондентов, выбравших ЛФК, прошло быстрее и более эффективно.

Следует обратить внимание на то, что данной травме подвержены все люди, независимо от пола и возраста.

В момент повреждения мениска происходит неожиданный резкий щелчок. В случае появления характерных черт травмирования необходимо незамедлительно обратиться к врачу, поскольку травмы, существующие долгое время, могут привести к деформации хряща в суставе, к развитию артроза, к воспалению синовиальной жидкости. Для скорейшего выздоровления врачи и реабилитологи нередко назначают больным упражнения при разрыве мениска коленного сустава [6].

Почему необходима ЛФК при разрыве мениска коленного сустава

После получения травмы мениска и проведенного терапевтического лечения (без операции) необходимо начинать проводить восстановительные процедуры через три недели. В том случае, если проводилась хирургическая операция, уже через два месяца необходимо начинать делать упражнения для восстановления.

Задачи ЛФК после консервативного лечения травмы мениска:

- возобновление работоспособности;
- корректировка функциональных преобразований;

- ликвидация спазмов;
- препятствие разрушению тканей суставов;
- устранение болевого синдрома.

В процессе занятий происходит повышение тонуса мышц, восстанавливаются двигательные функции, нормализуется кровообращение. Вследствие травмирования мениск прекращает обычное функционирование, при этом конечность становится неактивной из-за малой подвижности коленного сустава. Лечебная гимнастика при повреждении мениска коленного сустава содействует ускорению восстановления и быстрому заживлению коленного сустава. При регулярных занятиях ЛФК у больного было замечено максимально быстрое полное восстановление физиологических возможностей.

Правильно сформированная программа ЛФК ускорит процесс реабилитации, связки коленного сустава приобретут былую упругость, колено вновь будет гибким и пропадут дегенеративные процессы.

Методика укрепления колена

Восстановительные процедуры при травме мениска разделяются на следующие этапы:

- 1) постоперационный или посттравматический этап (первые 3 недели);
- 2) начальный реабилитационный этап (с 3 по 6 неделю);
- 3) поздний реабилитационный этап (с 6 по 8 неделю).

ЛФК при повреждении мениска состоит из ряда облегченных упражнений, которые содействуют подъему силы мышц, находящихся в передней части бедра (в четырехглавой мышце), задней части бедра (в подколенной мышце) и голени (в икроножной мышце).

Данные группы мышц обеспечивают функции работы ног и фиксируют коленный сустав в правильном его положении. Положительный процесс восстановления, укрепление и рост мышц нижней конечности предупреждают образование новых заболеваний и способствуют скорейшему заживлению мениска.

Пациентам нужно начинать заниматься лечебной физкультурой спустя три дня с момента травмирования. Обязательна консультация врача для выяснения наличия противопоказаний.

Рекомендации перед началом занятий ЛФК при травме мениска:

1) перед тренировкой за 5–10 минут необходимо начать ходьбу в целях разогрева мышц. Предпочтительно применять для этого беговую дорожку. Приступать к ходьбе нужно медленно, в спокойном темпе, держась за поручни на тренажере обеими руками. Если ходьба не доставляет неудобства, и боль при этом не возникает, необходимо постепенно увеличивать скорость на тренажере;

2) закончив ходьбу, в обязательном порядке необходимо приступить к упражнениям на растяжку;

3) особое внимание нужно уделять присутствию болевых ощущений при выполнении упражнений. При наличии болевого синдрома необходимо сразу прекратить занятие и незамедлительно сообщить лечащему врачу или реабилитологу о возникшей боли;

4) во время упражнений обязательно нужно обращать внимание на появляющуюся боль. При наличии болевого синдрома необходимо сразу остановить тренировку и обратиться к врачу или

реабилитологу.

Рекомендации и полезные советы специалистов

Очень важно не допустить осложнений в процессе реабилитационных занятий ЛФК. Для этого рекомендуется консультация со специалистом (лечащий врач).

Комплекс несложных упражнений, направленный на наращивание отклонения сгибания и разгибания коленного сустава, увеличение тонуса мышц и укрепление связок сустава, возвращает нормальное функционирование травмированной конечности. Вполне вероятно, что выполнение таких несложных упражнений, некоторые из которых просто реализовать, возможно даже в домашних условиях:

- прогулки;
- плавание;
- поднятие прямой ноги несколько раз подряд в положении лежа;
- сгибание и разгибание коленного сустава;
- поднятие на носки;
- упражнения с инструктором и на циклических тренажерах.

Хороший двигательный режим, вкупе с занятиями ЛФК, способны оказать весомую роль в излечении поврежденной конечности. Для этого существует целый комплекс упражнений, укрепляющий мышцы ног после длительного бездействия после получения травмы, представленный на рис. 3.

Выполняя такие упражнения, необходимо принимать во внимание недопущение значительных осевых нагрузок на конечность, исключать бег, прыжки, не поднимать тяжелые предметы, следить за координацией [8].

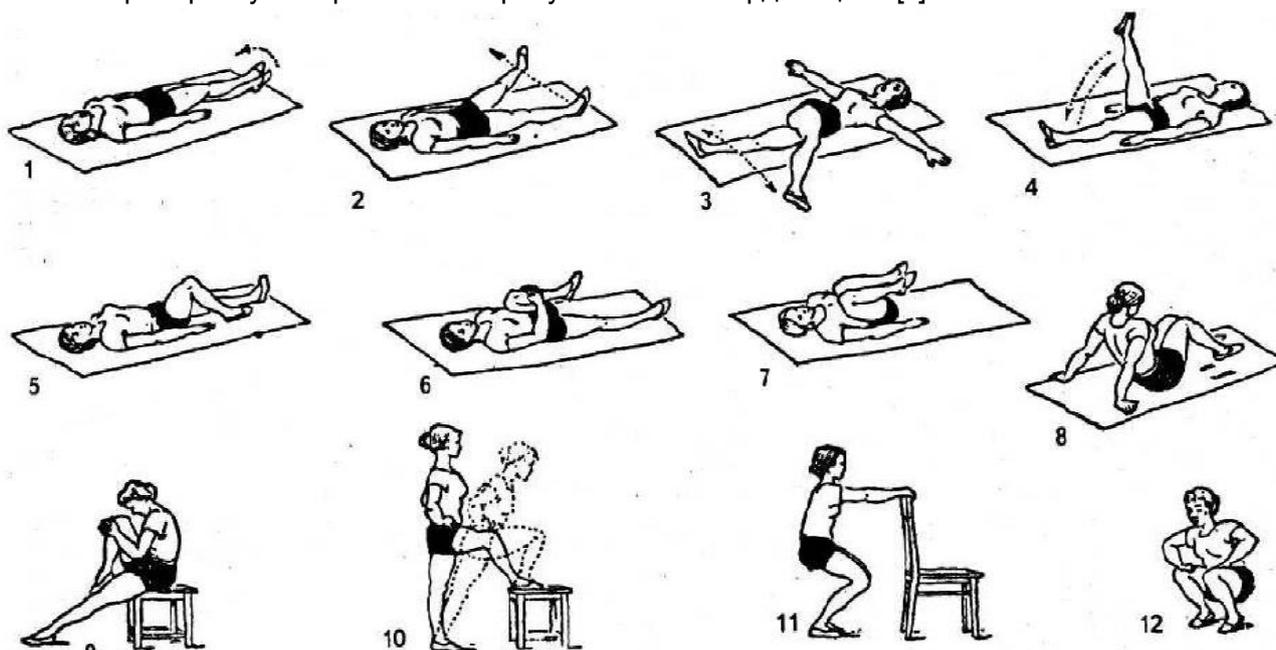


Рис. 3. Упражнения, направленные на восстановление мышц коленного сустава

Выводы

Движение – это жизнь. Следовательно, именно движение – наиболее легкодоступное и действенное лекарственное средство. Оказать помощь по восстановлению работоспособности травмированных связок и поспособствовать общему улучшению здоровья человека призвана ЛФК, которая, в свою очередь, делится на две категории:

активный отдых. Это непродолжительные этапы выполнения специально подобранных упражнений для восстановления работоспособности;

физиологическая подготовка. Данная концепция намеренно созданных конфигураций работы мышц, что ориентирована на получение результата необходимой степени физического благосостояния. Задача такого рода занятий – улучшение здоровья.

Грамотное сочетание физических упражнений, сбалансированных по направленности, мощности и объему, даст наибольший и результативный оздоровительный эффект.

Рекомендации

Широкое распространение разного рода физ-

культурно-оздоровительных центров является несомненным преимуществом современного мира. Их посещение является отличной профилактикой заболеваний опорно-двигательной системы. Плодотворным дополнением к этим занятиям будут пешие прогулки и пробежки на свежем воздухе. Большим плюсом данных занятий является их легкодоступность для всех категорий людей. Не лишним будет иметь дома общеизвестные спортивные снаряды: скакалку, эспандер или гантели.

Подводя итог данной статьи, необходимо выделить следующие виды физических нагрузок:

аэробика, занятия которой задействуют многие группы мышц, благотворно сказываются на работе кровеносной системы, нормализуют пищеварение;

силовые упражнения – данный вид физической активности «разгоняет» обмен веществ и в целом благоприятно сказывается на организме;

растяжка повышает эластичность мышц и суставов, отлично дополняет занятия силовыми упражнениями и аэробикой. Также такие физические нагрузки увеличивают подвижность суставов, являются профилактикой многих заболеваний.

Список источников

1. Боброва Г.В., Глазина Т.А., Валетов М.Р. Физическая культура в досуговой деятельности студенческой молодежи // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2014. № 3. С. 25–28.
2. Колокольцев М.М., Ермаков С.С., Третьякова Н.В., Крайник В.Л., Романова Е.В. Физическая активность как фактор повышения качества жизни студентов // Образование и наука. 2020. Т. 22. № 5. С. 150–168.
3. Сбитнева О.А. Физическая активность и здоровье в процессе образовательной деятельности // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 6-1. С. 113–116.
4. Назарова Е.Н., Жилев Ю.Д. Здоровый образ жизни и его составляющие. М.: Академия, 2008. 256 с.
5. Конева Е.В. «Травмы коленного сустава». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.krasotaimedicina.ru/diseases/traumatology/knee-joint-trauma> (11.02.2021).
6. Бартенев Е.В. «Упражнения при разрыве мениска коленного сустава» [Электронный ресурс]. URL: <https://temed.ru/articles/uprazhneniya-pri-razryve-meniska-kolenno> (09.02.2019).
7. Лушников В.А., Кузнецов И.А. Польза лечебной физической культуры при грыже позвоночника в поясничном отделе // Научный журнал. 2019
8. Иванов П.И. Каким спортом можно заниматься после операции на мениске. [Электронный ресурс]. URL: <https://ulfar.ru/blog/kakim-sportom-mozhno-zanimatsya-posle-operatsii-na-meniske/> (14.07.2022).

Информация об авторах / Information about the Authors

Власенко Владимир Викторович,
студент,
Институт недропользования,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
slavasichev228@gmail.com

Пономарев Александр Иванович,
старший преподаватель,
кафедра физической культуры,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
slavasichev228@gmail.com

Vladimir V.Vlasenko,
Student,
Institute of subsoil use,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
slavasichev228@gmail.com

Alexander I. Ponomarev,
Senior Lecturer of Physical Education Department,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
slavasichev228@gmail.com

Организация самостоятельной работы магистрантов как элемент инновационной педагогики

© Л.Д. Лиховид, А.А. Яковлева

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Увеличение объема самостоятельной работы у магистрантов при освоении ими учебного материала непрерывно связано с организацией процесса обучения. Правильная и эффективная организация включает в себя развитие познавательной деятельности, результат которой – подготовка специалистов высокого уровня для любой отрасли экономики. Показано, что при организации самостоятельной работы магистрантов по программе «Физическая химия» возможно использование таких элементов инновационной педагогики, как способность видеть, ставить и по-новому решать педагогические проблемы в учебном процессе. Одна из таких проблем касается усвоения методики решения задач по физической химии – важной составляющей процесса обучения. Несформированность умений решать задачи связана с малым количеством сборников задач по физической химии. Разработка системы создания учебных задач позволяет в наиболее короткий срок и с наименьшей затратой сил достигнуть наилучших результатов усвоения и закрепления теоретического материала. Нововведением в систему создания учебных задач является совмещение поиска данных для составления задач с поиском и анализом публикаций, необходимых для научноисследовательской деятельности. Рассмотрен механизм составления новых учебных задач и предложены критерии оценивания такой работы.

Ключевые слова: профессиональное образование, инновационная педагогика, критерии оценивания, решение задач, физическая химия

Organization of master students' independent work as an element of innovative pedagogy

© Larisa D. Likhovid, Ariadna A. Yakovleva

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The increase in amounts of independent work of Master's degree students is associated with the organization of the educational process. The proper and effective organization of educational process includes the development of cognitive activity, the main result of which is training of high-level specialists for all sectors of the economy. When organizing independent work of Master's degree student on the program "Physical Chemistry" it is possible to use elements of innovative pedagogy such as the ability to see, to set and solve pedagogical problems in the educational process. One of these problems is dealing with assimilation of methods of solving problems in physical chemistry, which is an important component of the educational process. Unformed abilities to solve physical chemistry tasks are connected with the small number of physical chemistry practice workbooks. The development of the system for creating educational materials makes it possible to achieve the best results in mastering and consolidation of theoretical material in the shortest possible time and with the least effort. An innovation in the system for creating educational materials is a combination of searching for data to compose tasks and information gathering and analysis of publications, which are required for scientific research purposes. The article examines the mechanism for composing new educational tasks and proposes criteria for evaluating such work.

Keywords: professional education, innovative pedagogy, evaluation criteria, problem solving, physical chemistry

В настоящее время ведется поиск новых эффективных производственных технологий в различных сферах. Вместе с тем создание инновационных проектов и решений

невозможно без подготовки специалистов, способных к осуществлению такой деятельности [1]^{1,2}. В результате современное педагогическое образование оказывается вовлеченным

в глобальный инновационный процесс. В нашей стране промышленность нуждается в инновациях и комплексном совершенствовании процессов производства, а образование призвано обеспечить постоянно обновляющиеся требования при подготовке специалистов с использованием новых средств, путей и методов. Педагогическая инноватика – молодая наука, она сама и ее методология до сих пор находятся в стадии научной разработки и построения [4].

Целью настоящей работы является рассмотрение особенностей применения некоторых элементов инновационной педагогики, используемых при реализации магистерской программы «Физическая химия». В данной статье представлен анализ использования новых методов при организации самостоятельной работы магистранта. Новый педагогический метод заключается в освоении педагогических компетенций во время занятий научно-исследовательской работой.

Известно, что научно-исследовательская работа начинается с поиска и анализа научных публикаций по выбранной проблеме [3]. Инновационность рассматриваемого предложения заключается в совмещении оценки актуальности выбранных научных публикаций с поиском такого набора экспериментальных данных, который был бы достаточным для составления условий учебной задачи. Для любой расчетной задачи методологической основой решения является единство качественной и количественной стороны химических явлений [4, 5]. Научных публикаций, в которых можно найти исчерпывающий материал, недостаточно для составления задачи. В таком случае работа превращается в углубленный поиск, интересный как с научной, так и с педагогической точки зрения. Результатом такого поиска становится создание расчетных примеров и задач, важных при освоении физической химии. Магистранты при этом узнают о многообразии физической химии, которая объединяет общую, неорганическую, аналитическую, коллоидную, органическую химию, физику, математику, информатику, экологию, биологию (физиологию, микробиологию). С одной стороны, это огромный список научных журна-

лов, которые могут стать источниками данных для учебных задач. В то же время отработка умения ориентироваться в огромном потоке информации, в разнообразном объеме теоретических и экспериментальных знаний важна для научно-исследовательской деятельности. Очевидно, что такие методические приемы могут служить координирующим механизмом при освоении магистерской программы.

Проблеме решения задач по химии посвящено много работ, однако она остается актуальной в настоящее время, так как именно в процессе решения расчетных задач у магистрантов закрепляется логическое мышление, формируется умение находить взаимосвязь между различными объектами и явлениями, сравнивать, выделять признаки сравнения, находить сходства и различия, анализировать и обобщать [6–8].

Перенесенная в формат учебной задачи, научная информация побуждает магистрантов самостоятельно находить информацию с помощью различных источников для объяснения тех или иных физических и химических явлений. Таким образом, проводимые мероприятия дают побочный позитивный эффект и способствуют повышению эффективности обучения [9]³.

При изучении химии уделяется большое внимание применению полученных теоретических знаний на практике, например, при решении расчетных задач.

Решению задач при изучении физической химии в учебном плане отводится достаточно много времени. Однако недостаток специальных задачников и руководств не позволяет применять расчетные задачи как один из способов совершенствования обучения.

В педагогической практике обучения решению задач преобладает алгоритмическая деятельность, поскольку задачи составляют уже сформировавшиеся специалисты-педагоги. Тут важно отметить значимый аспект, связанный с возрастом и социальным статусом магистрантов. Составляя задачи, магистранты, будучи обучающимися, еще не утрачивают восприятия педагогического процесса с точки зрения обучаемых. В это время они пока не утратили

¹Гавриленко Л.С., Кутугина В.И., Лукин Ю.Л. Инновационная педагогика: учеб. пособие // Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2019. 137 с.

²Истрофилова О.И. Инновационные процессы в образовании: учеб.-методич. пособие // Нижневартовск: Изд-во Нижневартовского гос. ун-та, 2014. 133 с.

«студенческого» отношения к учебному процессу, не утратили отношения к учебным задачам, которые надо решить, т. е. взгляд на задачу двоякий – «составить и решить». При этом осмысление основных вопросов дидактики, приобретение педагогических навыков, освоение роли обучающихся находятся пока в стадии формирования [12, 13].

Авторами статьи было решено проанализировать опыт использования литературного поиска при составлении задач по физической химии и разработать критерии оценки выполнения задания обучающимися.

Подготовка по магистерской программе «Физическая химия» включает два типа задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский и педагогический, что существенно отличает организацию учебного процесса по данной программе.

При освоении педагогических компетенций в рамках магистерской программы «Физическая химия» у обучающихся формируются способности осуществлять педагогическую деятельность, организационно-методическое сопровождение образовательного процесса и заниматься воспитательной работой.

Освоение педагогических компетенций по программе позволяет обучающимся осваивать элементы инновационной педагогики.

В настоящее время изыскания инновационных идей в педагогике все более и более активизируются, поскольку вопросы инноваций в педагогическом образовании определяют подготовку специалистов для всех других областей. Инновации в педагогике влияют на развитие

любого предприятия и организации, деятельность современного специалиста становится невозможной, если он не будет поддерживать инновационные процессы.

Еще сравнительно недавно термины «инновация» и «инновационный процесс» в отечественной педагогической литературе почти не употреблялись. До настоящего времени трактовка содержания этих терминов у разных авторов имела существенные отличия, хотя они уже широко используются.

В научной литературе различают понятия «новшество» (новое средство) и «инновация» (нововведение или процесс введения этого средства в практику), хотя часто они считаются синонимами. Понятие «инновация» определяется и как новшество, и как процесс введения этого новшества в практику. Применительно к педагогическому процессу инновация означает введение нового в цели, содержание, методы и формы обучения и воспитания, организацию совместной деятельности педагога и обучающегося. Учеными и специалистами в области инновационной педагогики разработана классификация всех инноваций, выделены различные критерии и установлены многочисленные типы и подтипы.

Наличие педагогических компетенций магистерской программы «Физическая химия» требует соответствующего методического обеспечения. Вместе с тем, обнаруживается недостаточное количество учебников и других материалов для магистерского уровня образования по такой классической дисциплине как физическая химия. Практически отсутствуют какие-либо методические разработки и рекомендации, позволяющие

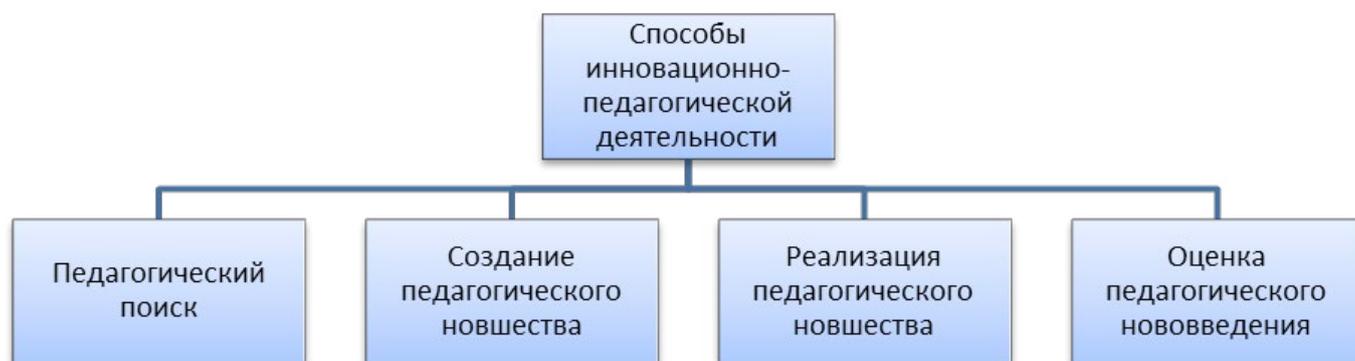


Рис. 1 Схема способов инновационно-педагогической деятельности¹

¹Якушева, Г.И. Физическая химия: учеб.-методич. пособие для бакалавров по направлению подготовки 44.03.05. Педагогическое образование с профилями подготовки Химия и Экология; Химия и Биология. 67 с.

осознавать, видеть, ставить и оригинально решать педагогические проблемы, ориентироваться в имеющихся педагогических ситуациях, связанных с введением новых учебных дисциплин, с поиском новых организационных форм, технологий обучения.

Эти факты привели к необходимости обратиться к теоретическим основам педагогической инноватики. Обращение к вопросам педагогических инноваций создает реальную возможность для развития и совершенствования процесса обучения в целях достижения конкурентоспособности данной магистерской программы. На рис. 1 показана схема рациональных способов инновационно-педагогической деятельности, которая легла в основу данной работы.

Рассмотрим внедрение схемы в учебный процесс на примере решения задач по физической

защита материалов», «Химия и химическая технология» и т. п. на электронных ресурсах различных сайтов. Оказалось, что магистранты проявили творческую активность и значительно расширили и разнообразили круг поиска. Источники информации оказались самыми различными от описания простых химических опытов до фундаментальных исследований в широких областях науки, проводимых ведущими научными школами, в том числе зарубежными.

Результатом аналитико-критического и педагогического поиска был выбор публикации, удовлетворяющей цели и задачам педагогического нововведения и содержащей исчерпывающий набор данных или идею для формирования оригинальных условий.

Чем качественнее выбор исходной статьи, тем проще переход к следующему этапу (Создание



Рис. 2 Классическая структура процесса формирования умения решать физико-химические задачи¹

химии. На рис. 2 представлена классическая схема по принципу «Делай как я», которая реализуется в программах бакалавриата, где «Физическая химия» находится в блоке I «Обязательная часть» (общеобразовательные дисциплины).

Педагогический поиск включал два этапа: поисково-информационный и аналитико-критический.

Основным результатом поисково-информационного этапа является нахождение источника данных, пригодных для составления задачи. Магистрантам было предложено выполнить поиск статей в известных научных журналах, таких как «Журнал физической химии», «Журнал прикладной химии», «Физико-химия поверхности и

педагогического новшества). Магистрантами были составлены задачи по аналогии с типовыми – этап 2 по рис. 3. Этап «Реализация и апробация педагогического новшества» был осуществлен в виде презентации разработанной задачи на семинаре и обсуждения алгоритма решения.

После этого актуальной проблемой становится последний этап рассматриваемой цепочки – оценка педагогического нововведения, которая складывается из двух частей: создание системы оценивания в виде индикаторов достижения целей обучения физической химии (оценок обучающемуся) и анализ эффективности предложенного новшества, возможный только по мере накопления опыта.

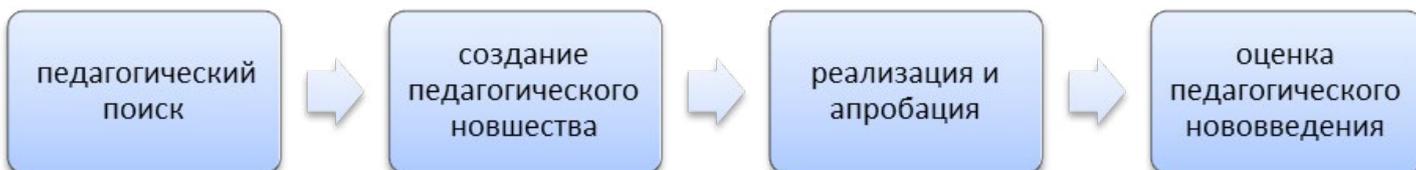


Рис. 3 Инновационная структура процесса формирования умения

Поскольку инновационно-педагогическая деятельность завершается созданием конечного продукта, например, методического пособия, публикации, то результатом той работы, которая на настоящем этапе проведена, может стать использование методов статистической обработки результатов педагогического нововведения для качественного анализа и демонстрации достоверности выводов.

Были предложены следующие критерии оценивания:

- тематическое соответствие выбора научной статьи в качестве первоисточника экспериментальных данных;
- полнота использования экспериментальных данных теме задания;
- грамотное составление условия задачи, разработка алгоритма ее решения;
- качество оформления: литературный

стиль, корректное использование терминологии, ясность и четкость изложения, однозначность и логическая непротиворечивость, соответствие стандарту ИРНИТУ 005-2020.

– срок выполнения задания.

Если каждый критерий оценивать в один балл, то общая максимальная оценка в сумме составит пять баллов. Предлагаемые критерии оценивания привычны, поскольку они традиционны в отечественной системе образования, но вместе с тем являются весьма стимулирующими при анализе профессиональной компетентности.

Таким образом, показано, что совмещение научного поиска с отработкой педагогических навыков и умений оказывается весьма продуктивным педагогическим приемом и способствует освоению педагогических компетенций. Разработан комплекс критериев для оценивания результатов (достижений) обучающегося.

Список источников

1. Плаксина О.А., Матвеева А.А. Проектирование индивидуальной образовательной траектории в вузе // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. 2013. № 12. С. 66–73.
2. Лубков А.В. Современные проблемы педагогического образования. 2020. Том 22. № 3. С. 36–54.
3. Лохтина Т.И., Метелина В.И., Томских Е.О., Формирование и развитие навыков научно-исследовательской деятельности будущих педагогов // Проблемы современного педагогического образования. 2022. № 74-3. С. 188–191
4. Штремплер Г.И. Методика решения расчетных задач по химии // М.: Просвещение, 2001. 125 с.
5. Ерыгин Д.П. Методика решения задач по химии // М.: Просвещение, 1989. 176 с.
6. Злотников Э.Г. Решение стандартных задач нестандартным способом // Химия в школе, 2011. № 2. С. 42–46.
7. Мурзина Т.Б., Оржековский П.А. Новые подходы в обучении решению расчетных задач по химии // Химия и методика преподавания, 2002. № 8. С. 28–33.
8. Якушева Г.И., Абубакирова Р.Н. Методика формирования умений по решению задач по физической химии обучающихся // Наука и образование: актуальные проблемы естествознания и экономики. Междунар. науч.практич. конф. Оренбург, 2020. С. 297–303.
9. Гузеев В.В. О системе задач и задачном подходе к обучению // Химия в школе, 2001. № 8. С. 12–14.
10. Дзунда А.И., Грибова Е.Г. Формирование готовности к профессиональной самореализации у будущих преподавателей высшей школы как педагогическая проблема // Проблемы современного педагогического образования, 2022, № 74-1. С. 78–81.
11. Кузьменкова О.В. Содержание профессиональной концепции учителя на этапе вхождения в профессию // Проблемы современного педагогического образования. 2022. № 74-3. С. 323–326.

Информация об авторах / Information about the Authors

Лиховид Лариса Дмитриевна

студент,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
larisa-lihovid@yandex.ru

Larisa D. Likhovid

Student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
larisa-lihovid@yandex.ru

Яковлева Ариадна Алексеевна,

д.т.н., профессор кафедры химии
и биотехнологии им. проф. В.В. Тутуриной,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
ayakovistu@mail.ru

Ariadna A. Yakovleva,

Dr Sci. (Technics), Professor,
Chemistry and Biotechnology Department
named after Prof. V.V. Tuturina,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
ayakovistu@mail.ru

Основы методики регуляции эмоционального состояния человека (студента): аутотренинг, медитации, релаксация

© А.В. Малыхин, А.А. Бекбергенова

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Данная статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме регуляции эмоционального состояния человека. Выбранная тема особенно актуальна в студенческой среде, что связано, как правило, с интенсивной и напряженной учебной и новой для студента обстановкой. Вследствие чего появляется необходимость регулирования эмоционального состояния студента вуза или любого другого учебного заведения. В статье рассмотрены общие положения понятия эмоционального перевозбуждения и возникающие при этом различные эмоциональные напряжения, в том числе стресс. Предпринята попытка установления связи между генетическим складом (генотипом) и некоторыми физическими характеристиками, снижающими общую индивидуальную способность сопротивляться стрессу. Также коротко приводятся утверждения, дающие понять природу перечисленных состояний, особенно в студенческой среде. Достаточно подробно представлены и раскрыты наиболее значимые методики, позволяющие регулировать психологическое состояние студента. Описаны способы их практического применения и последствия их действия на организм. К таким практикам относятся аутотренинговая тренировка, медитация, релаксация и физические упражнения. На основе проведенного исследования сформулированы и выдвинуты предложения по дальнейшему регулированию психологического состояния и совершенствованию методик регуляции эмоционального состояния студента учебного заведения.

Ключевые слова: эмоциональное состояние, напряжение, аутотренинг, медитация, релаксация, физические упражнения

Fundamentals of methods for regulating a student's emotional state: auto-training, meditation, relaxation

© Anatoly V. Malykhin, Anna A. Bekbergenova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article is devoted to the current problem of regulating a person's emotional state. The chosen topic is especially relevant in the student environment, which is usually associated with intensive and intense study and a new environment for the student. As a result, there is a need to regulate the emotional state of a university student or any other educational institution. The article discusses the general provisions of the concept of emotional overexcitation and the various emotional stresses that arise, including stress. An attempt has been made to establish a connection between genetic make-up (genotype) and certain physical characteristics that reduce the overall individual ability to resist stress. The article provides statements that make it possible to understand the nature of the listed conditions, especially in the student environment, presents and discloses in detail the most significant techniques (auto-training, meditation, relaxation and bodily exercise) that allow regulating the psychological state of a student and describes the methods of their practical application and the consequences of their action on the body. Based on the research conducted, the article formulates and puts forward proposals for further regulation of the psychological state and improvement of methods for regulating the emotional state of a student at an educational institution.

Keywords: relaxing, stress, exertion, emotional status, meditation, physical exercises

Эмоциональное состояние человека всегда было центром внимания многих наук и дисциплин, но самой известной наукой, которая занимается изучением данного явления, является психология. Значительное внима-

ние уделяется эмоциональному состоянию человека и при занятии спортом, а потому необходимо понимать какие методики позволяют его регулировать. Известными методами регулирования эмоционального состояния

человека являются аутотренинги и медитации. Но ограничиваться только этими методиками нельзя, ведь развитие психологии и иных наук представили нам и другие способы воздействия на эмоциональное состояние. Но для начала необходимо определиться для чего нам нужно регулировать эмоциональное состояние [1, 4].

Эмоциональное перевозбуждение ведет к потере концентрации внимания, общему затруднению в совершении каких-либо действий, снижению способности к аналитической деятельности и интеллектуальной гибкости, неспособности к повышению уровня внимания, изменению показателей ЧСС и кожного сопротивления, а также частоты дыхания, кровяного давления и к увеличению мышечного напряжения. Поэтому, чтобы избежать последствий, связанных с вышеописанными проблемами, необходимо использовать определенные методики [8]. Особое внимание стоит уделить способности к аналитической деятельности. Как ни странно, рассматривая вопрос эмоционального перевозбуждения, мы можем прийти к выводу о том, что студенты как высших, так и средних учебных заведений могут быть подвержены эмоциональному напряжению и стрессу, ввиду чрезмерных интеллектуальных нагрузок¹ [5, 9]. Отсюда появляется необходимость в рассмотрении методик, позволяющих работать с таким состоянием [3].

Стресс (от англ. stress – давление, нажим, напор, напряжение) – неспецифическая (общая) реакция организма на воздействие (физическое или психологическое), нарушающая его гомеостаз, а также соответствующее состояние нервной системы организма. Стресс воспринимается происходящим и возникает в момент наиболее сильной реакции, выходящей из-под контроля. Из-за него у людей страдает иммунная система, они чаще оказываются жертвами инфекции, поскольку продуцирование иммунных клеток заметно снижается. Проблема стресса заключается в том, что подобное проявление может быть выражено неординарно, сдержанно или вовсе не проявляться. Ганс Селье, который впервые начал систематически использовать термин «стресс» для общего адаптационного напряжения, подчеркивал, что не надо этого бояться, ведь стресс является обязательным компонентом жизни человека [3].

В современной научной литературе термин «стресс» используется в различных значениях.

Во-первых, под ним понимается сильное неблагоприятное, отрицательно влияющее на организм воздействие. Во-вторых, под категорию стресса попадают субъективные реакции, отражающие внутреннее психическое состояние напряжения и возбуждения. Данное состояние интерпретируется как эмоции, оборонительные реакции и процессы преодоления (копинг), разворачивающиеся во внутриличностном плане. В-третью группу объединяются понятия стресса как неспецифических черт физиологических и психологических реакций организма при сильных, экстремальных для него воздействиях, вызывающих интенсивные проявления адаптационной активности. Эти реакции направлены на поддержание поведенческих действий и психических процессов по преодолению этих стрессовых эффектов [3].

Студенты, оценивая признаки стресса, вызванного напряженной учебной работой, наиболее выраженным его проявлением назвали снижение работоспособности и повышенную утомляемость. К негативным последствиям учебного стресса были также отнесены нарушения сна и спешка, вызванная постоянной нехваткой времени. Студенты отмечали проблемы в общении, нарушения социальных контактов. Если рассматривать факторы снятия стресса у студентов, то к деструктивным факторам относят употребление алкоголя, повышение ежедневных норм курения, избыточный прием пищи. При стрессе обычно страдает интеллектуальная деятельность, нарушаются многие характеристики внимания: устойчивость, концентрация, объем, распределение, переключение, отмечается повышенная отвлекаемость. В несколько меньшей степени страдает функция памяти [3].

Рассмотрим наиболее значимые методики, позволяющие регулировать психологическое состояние: аутотренинг и медитацию [1, 7, 8].

Аутотренинг – это снятие мышечного и нервного напряжения, совершаемое методом самовнушения самостоятельно, без постороннего вмешательства и направленное на восстановление динамического равновесия гомеостатических механизмов человеческого организма, нарушенных в результате стресса. Он активно применяется в медицине, спорте, педагогике, на производстве и в самовоспитании.

Под аутогенной тренировкой подразумевается саморелаксация либо самогипноз (рис. 1, 2).

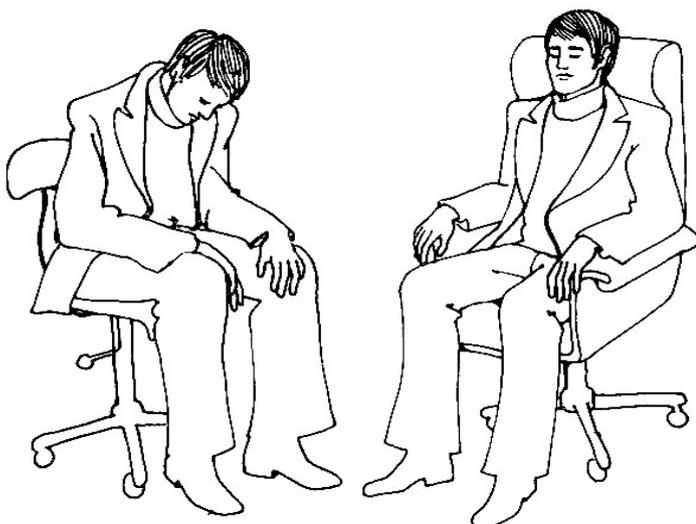


Рис. 1. Вариант аутотренинга

Такая тренировка была разработана немецким психиатром и психотерапевтом Иоганном Шульцем в 1932 году. Особенно широкое распространение она получила в США, Канаде и Германии. Шульц считал, что в основе всего многообразия трансовых состояний лежат следующие факторы: мышечная релаксация, чувство психологического покоя и сонливости, искусство внушения или самовнушения, развитое воображение [4, 6, 9]. Метод Шульца со временем стал классическим и широко распространился по всему миру¹.

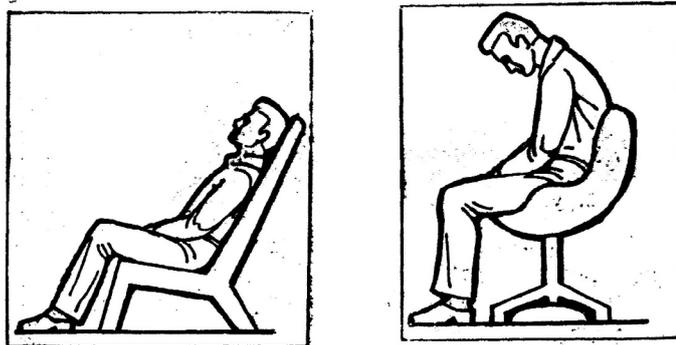


Рис. 2. Аутогенная тренировка

Практическая психология утверждает, что современный модифицированный метод аутогенной тренировки, помимо того, что стабилизирует эмоциональное состояние, также

способствует профилактике различных заболеваний. Результативность таких тренировок выявлена при гипертонии и нарушениях сердечно-сосудистой системы, при расстройствах желудочно-кишечного тракта, головных болях разной мускулатуры и при заболеваниях бронхиальной астмы. Занятия аутотренингом приводят к нормализации сна и процесса пищеварения, успокаивают нервную систему и оптимизируют жизненный тонус человеческого организма [2].

Учитывая то, что процесс обучения в современной высшей школе интенсивен и многофункционален по содержанию и форме, требования к качеству образования высоки, из чего можно сделать вывод о необходимости соответствовать определенным требованиям. Желание «соответствовать» зачастую сопровождается изменениями в психологической сфере студента, которые проявляются в виде отрицательных эмоциональных состояний, проявляющихся в снижении настроения, эмоциональной неустойчивости и утомляемости.

Практикуя занятия аутотренингом можно заметно повысить свои спортивные результаты. При помощи аутотренинга можно достигнуть высокого уровня концентрации и справиться с нервным состоянием организма. Так же можно внушить себе уверенность в победе или побороть собственные комплексы. Аутогенная тренировка позволяет быстро и эффективно восстановить силы, благодаря ней можно легко усвоить новые приемы и навыки.



Рис. 3. Медитация

Медитация (рис. 3) – это ряд психофизиоло-

¹Блейхер В.М., Крук И.В. Толковый словарь психиатрических терминов. Воронеж: НПО «Модэк», 1995. 441 с.

гических упражнений, используемых в составе духовно-религиозной или оздоровительной практики, или же особое психическое состояние, возникающее в результате этих упражнений¹ [8, 9].

Современные исследования в области мозга позволяют понять, каким образом медитация способствует повышению эффективности усвоения знаний и насколько этот прием приемлем в условиях обучения в вузе. Во время медитации заметно повышается нейронная активность в центрах, отвечающих за речь. Активность мозга возрастает и в тех областях, которые участвуют в построении картины мира индивида, связанной с собственным «я» человека¹ [3, 9]. Дело в том, что эти области мозга приходят в состояние наивысшей активности, когда человек отдыхает. Можно сказать, если человеку не надо решать какие-либо задачи, то именно эти области мозга активизируются и начинают обрабатывать данные, связанные с картиной мира человека (в данном случае – студента). При этом возможны различные варианты медитации (табл. 1).

Таблица. Методы медитации

№ п/п	Название	Описание
1	Медитация осознанности	Медитирующий изначально сосредотачивается на тонком ощущении воздуха, касающегося ноздрей при вдохе и выдохе. Затем, по мере роста мастерства, объекты для медитации меняются.
2	Дзадзэн	Практика медитации запоминания, традиционная для Японии. Существует форма медитации дзадзэн при прогулке.
3	Трансцендентальная медитация	Медитация с концентрацией на мантре — слове, звуке или фразе, повторяемой медитирующим вслух или мысленно. Самой известной является мантра «Ом».
4	Тукдам	Медитация в процессе умирания.
5	Тратака	Медитация на пламя свечи в темной комнате.
6	Сахадж Марг	Медитация с сосредоточением на биении сердца.

Во время занятия спортом необходимо прикладывать некоторые усилия, которые несопоставимы с занятиями медитацией. Но спорт погружает человека в определенное состояние, которое можно сравнить с медитацией. В ходе занятия спортом человек сосредотачивается на ощущениях, чувствах и состоянии своего организма. При этом происходит внутреннее переключение внимания с внешнего мира на внутренний, начинается наблюдение за телом и сопутствующими изменениями. Во время данных процессов происходит перестройка головного мозга, переключение полушарий, разгрузка левого и нагрузка правого полушария. Для того, чтобы усилить медитативный эффект занятий спортом необходимо сосредоточиться на желаемом результате.

Релаксация – способ освободить мышцы от напряжения. Несмотря на то, что мышцы нельзя «выключить», их активность можно снизить. Во время релаксации человек находится в состоянии близком ко сну, но при этом не засыпает, активность мышц при этом постепенно падает до минимума [2, 5]. Данный способ характеризуется уменьшением или полным отсутствием произвольных мышечных сокращений (рис. 4).

Следует выделить несколько правил релаксации:

- выбор очень спокойного места, в котором раздражители сведены до минимума. Важным дополнением станет температурный комфорт;
- определение объекта концентрации внимания на период релаксации. Можно, например, предложить нейтральное слово. Внимание важно возвращать к этому слову на дыхании, если человек отвлекается;
- осуществление пассивного возвращения сознания к выбранному объекту фиксации;
- удобное расположение, при этом исключающее состояние сна.

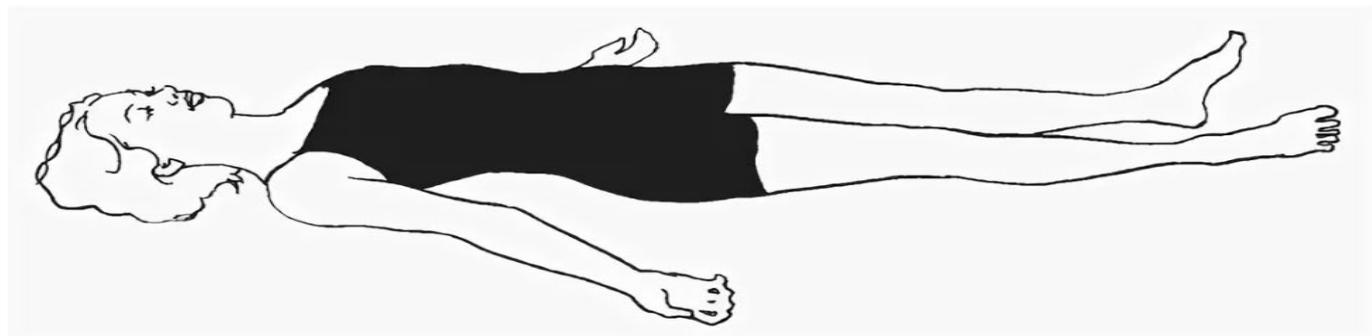


Рис. 4. Вариант релаксации

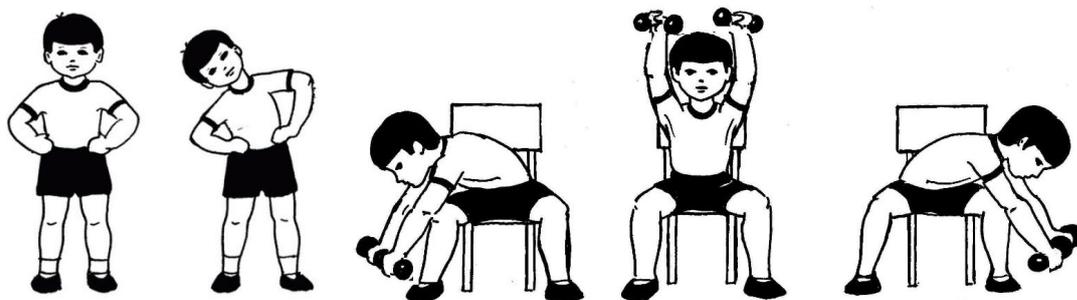


Рис. 5. Физические упражнения

На здоровое функционирование организма также влияют *физические упражнения*. Положительное действие физических упражнений проявляется в укреплении опорно-двигательной системы, которая непосредственно осуществляет функцию движения (рис. 5).

Под влиянием процесса выполнения физических упражнений мышечная система развивается и укрепляется, ее работоспособность повышается, движения в суставах осуществляются свободнее, с большим объемом, в результате чего улучшается кровоснабжение костей и мышц, повышается их питание. В конечном итоге регулярные занятия физическими упражнениями оздоравливают организм, повышают его общую работоспособность, а также устойчивость к меняющимся условиям внешней среды. Они способствуют расслаблению мышц,

снижению общего уровня эмоционального и мышечного напряжения [3]. Устойчивость к меняющимся условиям среды может выражаться в спокойном восприятии интеллектуальных нагрузок, которые могут постоянно меняться в течение всего периода обучения в учебном заведении.

Таким образом, проанализировав достаточное количество методик регуляции эмоционального состояния человека, можно предположить, что каждая из них важна как в образовательном процессе, так и в обычной жизни. Аутотренинг и медитация – крайне полезные инструменты в работе, учебе, спорте и других видах деятельности, они воздействуют на человека по разному и по своему эффективны. Необходимо постоянно следить за своим эмоциональным состоянием и своевременно реагировать на появляющиеся психологические вызовы.

Список источников

1. Гугнин В.К., Песчанский С.С., Давыдова Ж.А. Аутотренинг. М.: «Знание-М», 2022. 238 с.
2. Тенпа Л. Радикальное спокойствие. Созерцательные практики для глубинного благополучия. Изд-во «ЭКСМО», 2021. 224 с.
3. Кузнецов В.С., Колодницкий Г.А. Теория и история физической культуры. М.: КноРус, 2020. 448 с.
4. Далай-лама и Чодрон Т. Приближаясь к буддийскому пути. Русскоязычное издание в переводе достопочтенного Лобсанга Тенпы. М.: «ЭКСМО», 2020. 384 с.
5. Щадилова И.С., Смирнова Г.А. Средства и методы физической рекреации студентов. М.: РУТ (МИИТ), 2020. 36 с.
6. Рам Дасс. Быть здесь и сейчас. Культовая книга, открывшая миру мудрость Индии и медитацию. Изд-во «Бомбора», 2021. 608 с.
7. Александров А.А. Аутотренинг. Аутогенная тренировка, медитация, релаксация, самогипноз. Санкт-Петербург. Изд-во «Питер», 2013. 224 с.
8. Ренссен М., Бэйкер Н. Медитация и релаксация. М.: Торговый Дом Книги «МОСКВА», 2007. 96 с.
9. Шульц И.Г. Аутогенная тренировка: книга / пер. с нем. С.Л. Дземешкевич, М.: Медицина, 1985. 32 с.
10. Александровский Ю.А. Состояние психической дезадаптации и их компенсация. М.: Наука, 1976. 270 с.
11. Водопьянова Н.Е. Психодиагностика стресса. Санкт-Петербург. 2009. 448 с.

Информация об авторах / Information about the Authors

Малыхин Анатолий Васильевич,
доцент кафедры физической культуры,
к.т.н., доцент,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
malyxin18@list.ru

Бекбергена Анна Андреевна
студент,
Институт авиационного строительства и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация

Anatoly V. Malykhin,
Cand. Sci. (Technics), Associate Professor,
Physical Culture Department,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., 664074 Irkutsk,
Russian Federation
malyxin18@list.ru

Anna A. Bekbergenova,
Student,
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., 664074 Irkutsk,
Russian Federation

УДК 669.713

Современный электролизер для получения алюминия электролитическим способом

© С.И. Козлов, Н.В. Немчинова

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Алюминиевая промышленность России является одной из развитых отраслей, по объемам производства алюминия наша страна занимает 2-е место в мире (после Китайской Народной Республики). Современные электролизные корпуса оснащаются ваннами с предварительно обожженными анодами, которые являются более экологичными и характеризуются стабильностью процесса электролиза и высокой производительностью. 5-я серия электролиза Иркутского алюминиевого завода оснащена ваннами типа ОА-300М, данная конструкция разработана сотрудниками АО «СибВАМИ». Ванны такого типа позволяют работать на кислых электролитах с криолитовым отношением 2,2–2,4 и низкой частотой анодных эффектов (от 0,01 до 0,1). Электролизер состоит из анодного и катодного устройств. Катодное устройство состоит из стального кожуха и катодной футеровки, каркаса и ванны-обечайки. Ошиновка катодная является составным проводником электрического тока к электролизерам. Анодное устройство включает в себя балку, коллектор, анодную ошиновку, анодный блок, механизм перемещения анода, домкраты, створчатое укрытие. Стойки предназначены для установки анодного устройства в сборе на торцы катодного кожуха. Благодаря сбалансированной конструкции с точки зрения использования подведенной электроэнергии электролизер типа ОА-300М2 увеличил свою производительность (в сравнении с проектной мощностью) до ~330 кА.

Ключевые слова: алюминиевая промышленность, первичный алюминий, электролизер с обожженными анодами, катодное и анодное устройства

Modern electrolyzer for producing aluminum using the electrolytic method

© S.I. Kozlov, N.V. Nemchinova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The Russian aluminum industry is a developed industry; it ranks second in the world in terms of aluminum production volumes (after the People's Republic of China). Modern electrolysis buildings are equipped with baths with pre-baked anodes. Which are more environmentally friendly and characterized by stability of the electrolysis process and high productivity. The 5th series of electrolysis of the Irkutsk Aluminum Smelter is equipped with baths of the OA-300M type, this design was developed by employees of JSC SibVAMI. This type of cells makes it possible to operate on acidic electrolytes with a cryolite ratio of 2.2–2.4 and a low frequency of anodic effects (from 0.01 to 0.1). The electrolyzer consists of anode and cathode devices. The cathode device consists of a steel casing and a cathode lining, a frame and a shell bath. The cathode busbar is a composite conductor of electric current to electrolyzers. The anode device includes a beam, a collector, an anode busbar, an anode block, an anode moving mechanism, jacks, and a sash cover. The racks are designed for installing the anode device assembly on the ends of the cathode casing. Thanks to the balanced design in terms of the use of supplied electricity, the OA-300M2 type electrolyser increased its productivity (compared to the design power) to ~330 kA.

Keywords: aluminum industry, primary aluminum, electrolyzer with prebaked anodes, cathode and anode devices

Введение

Алюминиевая промышленность является крупнейшей отраслью цветной металлургии во всем мире [1, 2]. По объемам производства Россия занимает 2-е место в мире (после Китайской Народной Республики). Развитие

и конкурентноспособность отечественного производства «крылатого» металла обеспечивается разработками в области поиска новых видов глиноземсодержащего сырья [3, 4], решения экологических проблем алюминиевого производства [5–7], внедрения

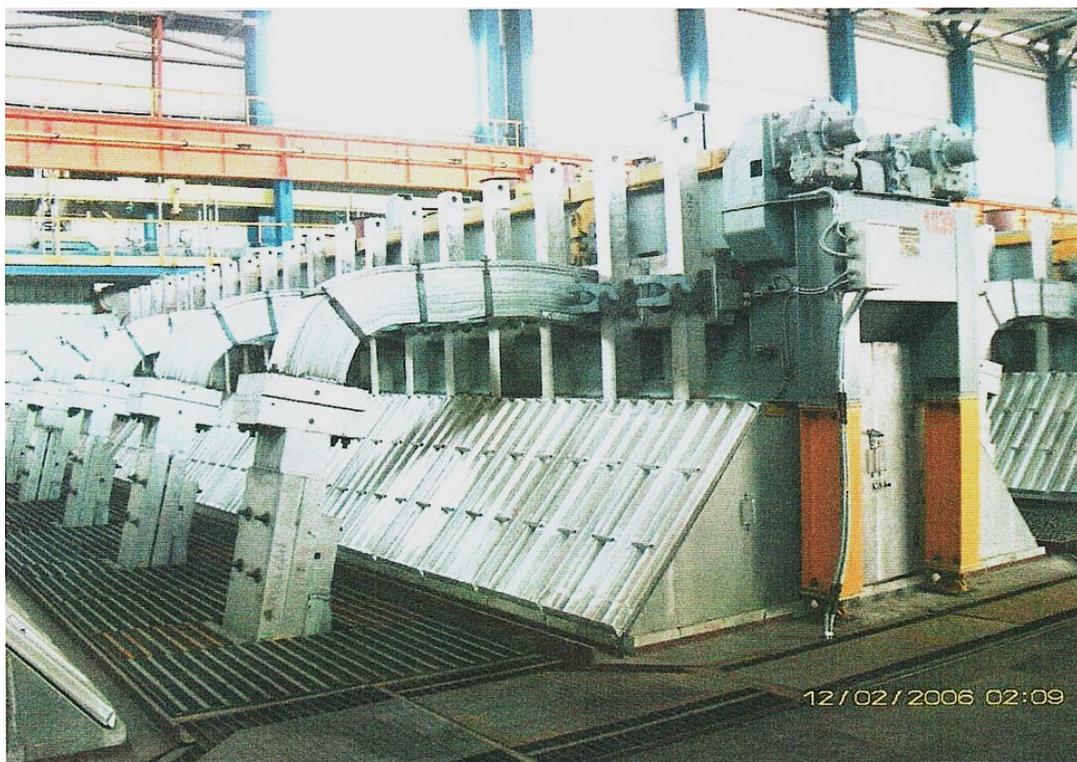


Рис. 1. Электролизер 5-ой серии OA-300M2

ресурсо- и энергосберегающих мероприятий [8, 9]. Отличительной ее особенностью является наличие существенной доли в мировой экономике: наша страна экспортирует до 85 % выплавляемого алюминия.

Катодное устройство электролизера

Иркутский алюминиевый завод включает в себя как старые корпуса, оснащенные ваннами с самообжигающимися анодами, так и 5-ую серию, в которую входят 200 новейших электролизеров с обожженными анодами (ОА) на расчетную силу тока 300 кА OA-300M2 (рис. 1). Данный электролизер разработан специалистами АО «СибВАМИ». Данные электролизеры позволяют работать на кислых электролитах с заданным интервалом криолитового отношения (КО) 2,2–2,4 (КО – это молекулярное отношение фторида натрия к фториду алюминия NaF/AlF₃).

Также ванны такого типа способны работать с предельно низкой частотой анодных эффектов: от 0,01 до 0,1. Это позволяет повысить эффективность и улучшить экологические параметры процесса производства алюминия.

Кожух катодный

Катодный кожух шпангоутного типа, применяемый на ваннах с ОА, состоит из стального кожуха и катодной футеровки, каркаса (рис. 2) и ванны-

обечайки (рис. 3).

Ванна-обечайка (рис. 3) оснащена торцевыми балками, примыкающими к вертикальным стенкам. Для отвода тепла от торцов, в зоне примыкания балок к стенкам, в горизонтальных листах, имеются специальные вырезы с усилением [10]. Боковые стороны стальной на выходе блюмсов загнуты вовнутрь, это придает дополнительную жесткость ванне. Также в этой зоне приварен специальный фланцевый лист, что придает жесткость по всей длине. В верхней зоне торцевых балок приварен стальной уголок для опирания рифленок (напольных решеток) корпуса электролиза.

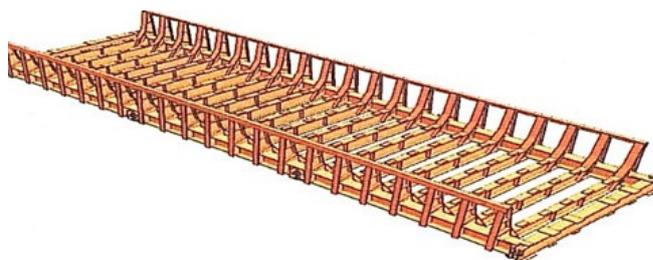


Рис. 2. Каркас металлический силовой

Ванна-обечайка выполнена из стальных листов толщиной 16 мм со сплошным приварным фланцевым листом и усиленным ребрами снаружи. Это усиливает верхнюю часть ванны и способствует лучшей теплоотдаче от верхней части футеровки. Чтобы снизить передачу тепла от днища ванны-обечайки на силовой каркас, используются теплоизоляционные прокладки, которые разделяют каркас и днище ванны. Это позволяет уменьшить передачу теплового потока между элементами конструкции. Жесткое соединение с каркасом не нужно, это позволяет при капитальном ремонте отделять ванну для ремонта любого элемента каркаса или самой ванны.

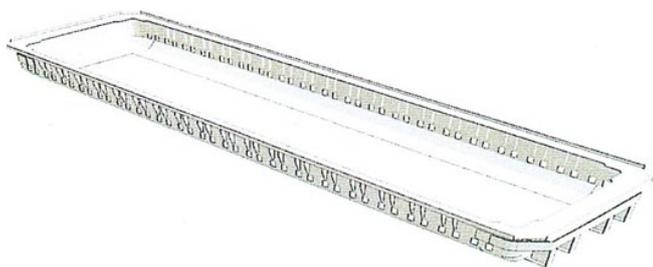


Рис. 3. Ванна-обечайка

Футеровка (подина электролизера) (рис. 4) выполнена из теплоизоляционных и огнеупорных кирпичей, барьерного слоя, подовых графитизированных блоков по всей ширине подины. Борт выполнен из бортовых карбидокремниевых плит, набойка межблочных и периферийных швов осуществляется подовой массой.

Механически обработанные подовые блоки (с содержанием графита от 50 до 100 %) укладываются на всю ширину подины, с двойными пазами под блюмсы. Подфланцевое пространство заполнено керамическими плитками на огнеупорной мастике.

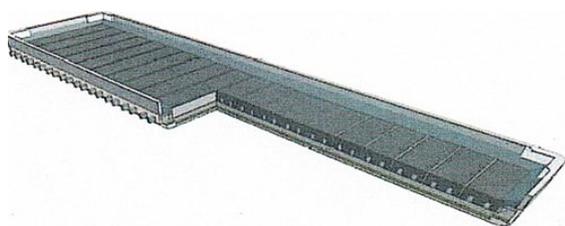


Рис. 4. Футеровка электролизера ОА-300М2

Укладка теплоизоляционного слоя выполнена «насухо» и изолирована от огнеупорных кирпичей специальным барьером из графитовой фольги. Выходные гнезда под блюмсы уплотнены мастикой для заделки блюмсов, закладываемой между

двумя манжетами, расположенными с наружной и внутренней сторон обечайки и сжаты болтами при монтаже катодных секций. В зоне бровки уплотнение блюмсов выполнено жаростойким кислотоупорным бетоном.

Ошиновка катодная (рис. 5) является составным проводником электрического тока к электролизерам. Катодная ошиновка (шинопровод) серии электролиза состоит из:

- шинопровода электролизера (подключает в общую цепь (серии) последовательно все электролизеры серии);
- шинопровода соединительного коридора, предназначенного для соединения электролизеров и для организации транспортного проезда между ваннами посередине корпуса;
- межкорпусной ошиновки, соединяющей электрически последовательно корпуса № 9 и № 10 в электролизную серию.

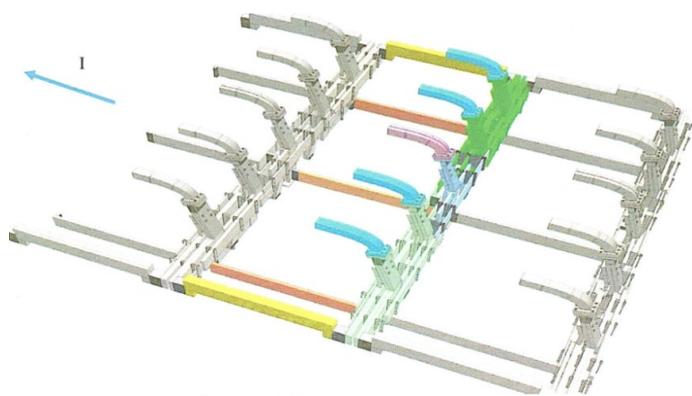


Рис. 5. Ошиновка катодная (I – ток)

Соединительный шинопровод смонтирован в северной части 5-ой серии в строительных осях № 5–6 и проходит в подземном железобетонном канале (тоннеле) под корпусом цеха капитального ремонта электролизера.

Наружный шинопровод электрически соединен с катодной ошиновкой и используется для подключения 5-й серии с преобразовательной подстанцией. Монтируется наружный соединительный шинопровод на колоннах на высоте примерно 12 м, под ним организован проезд автотранспорта.

С целью обеспечения равномерного снятия тока и уменьшения горизонтальных токов пакеты катодной ошиновки выполнены секционно и расположены параллельно продольным сторонам электролизера на разных отметках.

Для возможности отключения ванны на время капитального ремонта предусмотрены узлы шунтирования, которые могут быть обслужены с уровня рабочих площадок электролизера на отметке +4.00 м (рис. 6). Крепление шунтов осуществляется через узлы электроизоляции со стояками.



Рис. 6. Узел шунтирования электролизера

Соединение блюмсов катодного кожуха к катодной ошиновке представляет собой алюминиевые спуски, закрепленные при помощи сварного соединения к катодной ошиновке и к блюмсам. При капитальном ремонте соединение происходит вручную набором спусков по типу «Книжка» (рис. 7) и стягивается специальными хомутами. Это соединение позволило уйти от трудоемкого сварного соединения. Также при отключении блюмсов от катодной ошиновки достаточно раскрутить хомут и разъединить пластины.

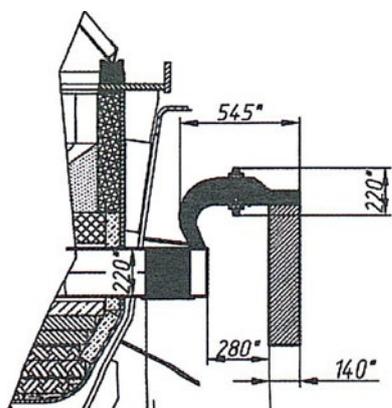


Рис. 7. Разъемное контактное соединение по типу «Книжка»

Анодное устройство электролизера ОА-300М2

Анод алюминиевого электролизера является участником электрохимического процесса и расходует в процессе электролиза 2 см в сутки [11]. Устройство анодное (рис. 8) состоит из четырех крупных узлов.

Балка (рис. 8, б) является несущим элементом анодного устройства. На балке смонтированы все узлы анодного устройства. Балка представляет собой короб прямоугольного сечения с поперечными пазами для прохода перемычек анодной ошиновки. Верх балки снабжен горизонтальными поясами из толстолистовой стали.

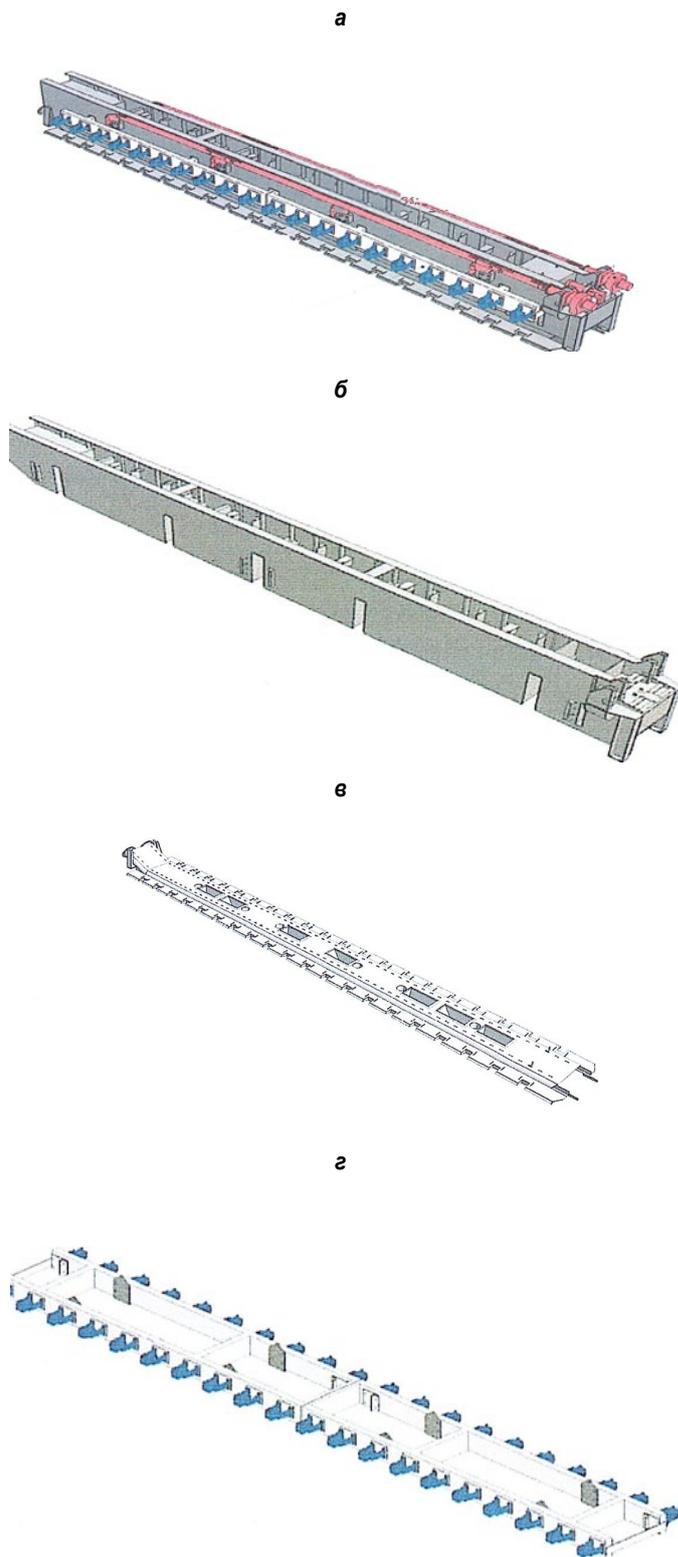


Рис. 8. Устройство анодное: а – общий вид; б – балка; в – коллектор; г – ошиновка анодная

Изнутри вертикальные стенки усилены стальным швеллером и косынками из листового металла, на которых выполнены специальные монтажные

петли для транспортировки анодного устройства или балки после изготовления [9].

Коллектор (рис. 8, в) выполнен из двух стальных труб диаметром 377 мм, соединенные сварными ребрами, на расстоянии в 697 мм. Трубы усилены сплошными стальными листами, в которых выполнены специальные окна для размещения в них соединений анодной ошиновки. По краю окна (ниши) обрамлены стальным уголком для создания уплотнения в виде песочного затвора при установке бункеров автоматической подачи глинозема и фтористых солей. Для подключения с корпусному газоотводящему трубопроводу, на выходе с торца коллектора, трубы имеют изгиб вверх и оборудованы соединительными фланцами. С противоположного лицевого торца трубы закрыты наглухо.

Ошиновка анодная (рис. 8, г) предназначена для подвода тока к анодным штангам. Она выполнена в виде двух рам из алюминиевых шин с четырьмя переключателями, каждая выполнена в цельносварном исполнении. Размеры шин и гибких наборных переключателей рассчитаны при проектировании по плотности тока.

На продольных шинах рам для крепления анодных штанг с обожженными анодами закреплены винто-рычажные зажимы (рис. 9) с вертикальным расположением винта. Винт выполнен из стального стержня, сваренного посередине встык, и имеет правую резьбу в верхней его части и левую резьбу в нижней. При вращении винта происходит равномерное разведение зажима вверх и вниз и плотное прижатие штанги к анодной ошиновке. Такое устройство замка обеспечивает надежный контакт «шина-штанга» и мощное прижатие, исключая проскальзывание анода.

На внутренних сторонах рам установлены подвески, которые используются для соединения ошиновки с кулисами механизма перемещения. Подвески соединены с общими зажимами стяжки, что обеспечивает надежную фиксацию всех элементов. Конструкция зажимов предусматривает надежное закрепление их на «ключе» технологического крана, исключая падение. На период замены анода зажимы остаются на крановых ключах. Вес одного зажима составляет 37 кг.

Анодный блок (рис. 10) состоит из анододержателя, состоящего из алюминиевой штанги прямоугольного сечения, стального кронштейна с тремя ниппелями, приваренного к кронштейну при помощи биметаллических пластин, и предварительно обожженного углеграфитового блока. Контактные поверхности штанги механически обработаны. Сверху штанга имеет специальное отверстие для соединения с грузозахватными



Рис. 9. Винто-рычажный зажим(замок)

механизмами анодно-монтажного отделения и с захватом технологического крана. Кронштейн соединен с угольным блоком при помощи чугуновой заливки. Размеры в плане применяемого угольного анода – (1450–1550)х710 мм. Размер штанги в плане – 156х150 мм. Диаметр ниппеля кронштейна – 180 мм.

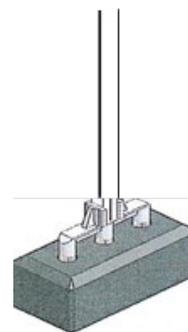


Рис. 10. Обожженный анод в сборе

Механизм перемещения анодов (рис. 11) расположен на балке электролизера со стороны широкого проезда корпуса электролиза и состоит из двух горизонтально расположенных домкратов грузоподъемностью 35 т с дополнительными точками опоры под винты. Через тяги, кулисы и талрепы домкраты соединены с подвесками анодных рам. Привод домкратов – червячный редуктор и электродвигатель – расположен на горизонтальной площадке балки.

Все соединения механизма с рамой балки выполнены на болтах. Данная схема позволяет обеспечить равномерность перемещения двух рам анодной ошиновки по всей длине ванны. Тяги снабжены талрепами, выбирающими монтажные неточности взаимного положения правой и левой ветвей рам. С целью уменьшения габаритов тяг и рычагов последние снабжены шаровыми шарнирами.

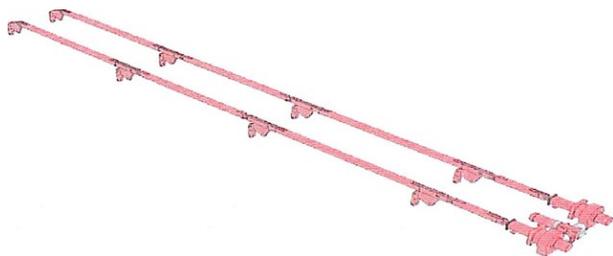


Рис. 11. Механизм перемещения анодов

Домкраты привода регулировки положения анодной рамы – типовые, грузоподъемностью 25 т (рис. 12). Доработаны с целью увеличения грузоподъемности до 35 т за счет применения упорной резьбы в винтовой паре и более жесткой фиксации гайки, применены конусные роликовые подшипники. Для уменьшения нагрузок на винты к нижним крышкам домкратов добавлены выносные опоры в виде скользящих подшипников с креплением на раме привода. Герметизация всех разъемов в домкратах достигается применением маслостойких прокладок и силиконовых герметиков.

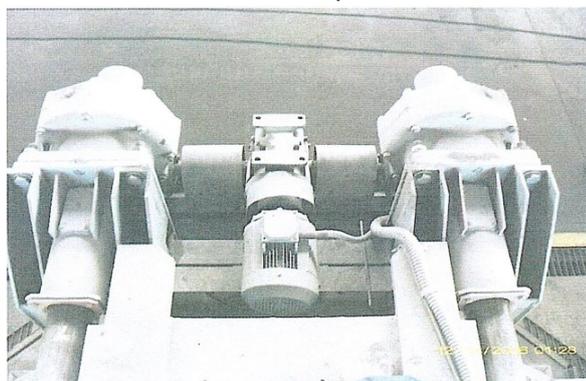


Рис. 12. Домкраты привода

Вращение домкратов обеспечивается электродвигателем через специальные муфты. Автоматизированной системой «ТРОЛЛЬ» контролируется нагрузка по электрическим фазам на двигателе во время вращения, при превышении установленных параметров происходит защитное отключение и сопровождается оповещением по корпусу.

Створчатое укрытие электролизера ОА-300М2 (рис. 13) выполнено из отдельных створок по продольным сторонам электролизера и съемных панелей по торцам. В местах прохода анодных штанг уплотнение выполнено в виде сдвижных рамок, охватывающих штанги анодов с трех сторон с минимальными зазорами. Уплотняющим материалом в рамках является базальтовая ткань плотного плетения.

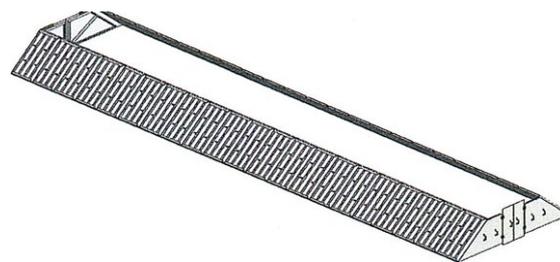


Рис. 13. Укрытие электролизера

Торцевые панели выполнены из отдельных секций в сварном исполнении из прокатных стальных листов и снабжены ручками для удобства монтажа/демонтажа. Устанавливаются панели вертикально и крепятся к коллектору анодного устройства.

Стойка и стойка сдвоенная (рис. 14) предназначены для установки анодного устройства в сборе на торцы катодного кожуха. С торца ванны, примыкающей к широкому проезду корпуса, между одношарнирными стойками (рис. 14, а), поддерживающими анодное устройство, установлены распашные вертикальные створки, закрывающие (летку) зону выливки металла из ванны.

Все элементы укрытия устанавливаются на специальные профилированные кирпичи, изготовленные из жаростойкого бетона или шамота, и обеспечивают электроизоляцию створок от катодного устройства. Операция «снятие» – установка продольных створок и торцевых панелей, операция «открытие» – это закрытие распашных створок, которое производится вручную.

В конструкции стоек предусмотрены двойные узлы электроизоляции, чтобы обеспечить электроизоляционный разрыв между анодом. Шарнирное крепление стоек служит для компенсации деформации балки-коллектора и кожуха катода. Сдвоенные стойки монтируются на электролизерах со стороны узкого прохода. Две одиночные стойки устанавливаются со стороны широкого проезда. Крепление стоек с опорными поверхностями выполняется посредством болтовых соединений и сварных швов.

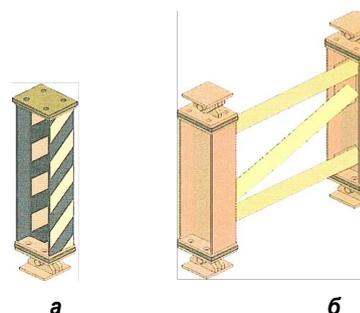


Рис. 14. Стойка (а) и стойка сдвоенная (б)

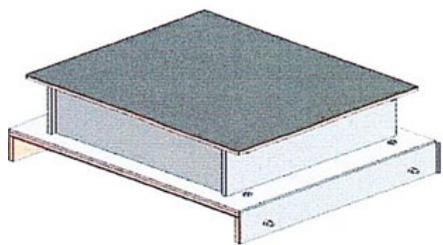


Рис. 15. Узел изоляции между строительными опорами и катодным кожухом

Узлы электроизоляции электролизера (рис. 15), расположенные между строительными опорами и катодным кожухом, выполнены отдельными элементами и предусматривают наличие двух ступеней электроизоляции. Узлы электроизоляции выполненные в виде подставок, сварены из листовой стали. На верхнюю и нижнюю плоскости подставок закреплены три стеклотекстолитовые плиты, на которые приклеены компенсаторные прокладки из паронита, предназначенные для устранения неровностей как на катоде, так и на строительной опоре. Размер высоты узла изоляции между опорными поверхностями (с плитами и

прокладками из текстолита) составляет 190 мм.

Подвод тока к анодной ошиновке осуществляется пятью стояками, расположенными на входной продольной стороне ванны с равномерным распределением тока по стоякам (по 60–70 кА).

Благодаря сбалансированной конструкции, с точки зрения использования подведенной электроэнергии, электролизер типа ОА-300М2 увеличил свою производительность (в сравнении с проектной мощностью) до ~330 кА.

Заключение

Таким образом, современный электролизер с обожженными анодами ОА-300М2 представляет собой сбалансированно работающий электрометаллургический агрегат, состоящий из катодного и анодного устройств, и токоподводящими элементами. Ванна оснащена механизмом перемещения анодов; для сбора и эвакуации отходящих газов предусмотрено укрытие электролизера. Для подвода и отвода тока электролизер оснащен ошиновкой. В результате эксплуатации данного типа электролизера его производительность увеличилась до ~330 кА.

Список источников

1. Grjotheim K., Welch B.J. Aluminium Smelter Technology. Düsseldorf: Aluminium-Verlag, 1988. 327 p.
2. Dudin M.N., Voykova N.A., Frolova E.E., Artemieva J.A., Rusakova E.P., Abashidze A.H. Modern trends and challenges of development of global aluminum industry // *Metalurgija*. 2017. Vol. 56. № 1-2. P. 255–258.
3. Бричкин В.Н., Куртенок П.В., Элдиб А.Б., Бормотов И.С. Состояние и пути развития сырьевой базы алюминия небокситных регионов // *Обогащение руд*. 2019. № 4. С. 31–37. <https://doi.org/10.17580/or.2019.04.06>
4. Шепелев И.И., Головных Н.В., Сахачев А.Ю., Жижаяев А.М., Котлягин А.Г. Улучшение качества спека известняково-нефелиновой шихты путем ввода в нее гипсоангидритового техногенного сырья // *Вестник Иркутского государственного технического университета*. 2018. Т. 22. № 5. С. 225–239. <https://doi.org/10.21285/1814-3520-2018-5-225-239>
5. Петровский А.А., Немчинова Н.В., Тютрин А.А., Корепина Н.А. Использование кека выщелачивания от переработки огнеупорной футеровки демонтированных электролизеров в производстве цемента // *iPolytech Journal*. 2022. Т. 26. № 4. С. 697–708. <https://doi.org/10.21285/1814-3520-2022-4-697-708>.
6. Бурдонов А.Е., Зелинская Е.В., Гавриленко Л.В., Гавриленко А.А. Изучение вещественного состава глиноземсодержащего материала алюминиевых электролизеров для использования в технологии первичного алюминия // *Цветные металлы*. 2018. № 3. С. 32–38. <https://doi.org/10.17580/tsm.2018.03.05>
7. Nemchinova N.V., Barauskas A.E., Tyutrin A.A., Vologin V.S. Processing Finely Dispersed Technogenic Raw Materials for Aluminum Production in Order to Extract Valuable Components // *Russian Journal of Non-Ferrous Metals*. 2021. Vol. 62. P.659–667. <https://doi.org/10.3103/S1067821221060158>
8. Mann V., Buzunov V., Pitertsev N., Chesnyak V., Polyakov P. Reduction in Power Consumption at UC RUSAL's Smelters 2012–2014 // *Light Metals*. 2015. P. 757–762. <https://doi.org/10.1002/9781119093435.ch128>
9. Немчинова Н.В., Радионов Е.Ю., Сомов В.В. Исследование влияния формы рабочего пространства на МГД-параметры работы электролизера производства алюминия // *Вестник Иркутского государственного технического университета*. 2019. Т. 23. № 1. С. 169–178. <https://doi.org/10.21285/1814-3520-2019-1-169-178>
10. Пат. № 2458185, Российская Федерация, С25С 3/08. Катодное устройство алюминиевого электролизера / В.Ю. Бажин [и др.]; заявители и патентообладатели: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)» (RU). № 2010154740/02. Заявл. 30.12.2010; опубл. 10.08.2012.
11. Янко Э.А. Аноды алюминиевых электролизеров. М.: Руда и металлы, 2001. 673 с.

Информация об авторах / Information about the Authors

Козлов Сергей Ильич,
аспирант,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
ilich76s@gmail.com

Немчинова Нина Владимировна,
д.т.н., профессор,
заведующая кафедрой металлургии цветных металлов,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
ninavn@yandex.ru

Sergey I. Kozlov,
Postgraduate,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
ilich76s@gmail.com

Nina V. Nemchinova,
Dr. Sci. (Eng.), Professor,
Head of the Department Non-Ferrous
Metals Metallurgy,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russia Federation
ninavn@yandex.ru

УДК 669.21/23:622.342.1

Динамика реальной доходности производства золота для российских предприятий

© А.Е. Колмаков, А.В. Бухарина

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Участие в международной торговле сырьевыми ресурсами определяет динамику ВВП России на протяжении многих лет. Одним из важнейших компонентов сырьевого экспорта являются цветные и драгоценные металлы, в частности – золото. В статье предпринята попытка выделить важнейшие факторы, влияющие на экономическое состояние российских золотодобывающих предприятий. В расчет принимались такие показатели, как цена золота на мировом рынке, темп инфляции в России и динамика обменного курса рубля по отношению к доллару США. Вместе эти компоненты определяют реальный обменный курс, то есть определяют динамику конкурентоспособности отечественных товаров (золота) на мировом рынке. Исследовался временной отрезок, в течение которого наблюдались контрастные разнонаправленные изменения на мировом рынке золота и на отечественном валютном рынке, а также неуклонный рост индекса потребительских цен в экономике России. На основе полученных результатов делается вывод о сильной зависимости исследуемого показателя от конъюнктурных факторов. Накопленный темп инфляции и обменный курс рубля в наблюдаемом периоде действовали в противоположных направлениях. Поэтому практически весь выигрыш золотодобывающих предприятий обеспечивается конъюнктурой мирового рынка.

Ключевые слова: золотодобывающая промышленность, номинальный обменный курс, реальный обменный курс, цена золота на мировых рынках, темп инфляции, конкурентоспособность

Dynamics of gold production real profitability for Russian enterprises

© A Alexander E. Kolmakov, Anna V. Bukharina

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. Participation in international trade in raw materials has been determining the dynamics of Russia's GDP for many years. One of the most important components of raw material exports is non-ferrous and precious metals, in particular, gold. The article attempts to identify the most important factors affecting the economic condition of Russian gold mining companies. The calculation took into account such indicators as the price of gold on the world market, the inflation rate in Russia and the dynamics of the exchange rate of the ruble against the US dollar. Together these components determine the real exchange rate, i.e. determine the dynamics of competitiveness of domestic goods (gold) in the world market. The article examines the time period during which contrasting multidirectional changes were observed in the global gold market and in the domestic foreign exchange market, as well as a steady increase in the consumer price index in the Russian economy. Based on the results obtained, the article concludes that the indicator under study is strongly dependent on market factors. The accumulated inflation rate and the ruble exchange rate in the observed period acted in opposite directions. Therefore, almost all of the gains of gold mining enterprises are ensured by the conditions of the world market.

Keywords: gold mining industry, nominal exchange rate, real exchange rate, gold price in the world markets, inflation rate, competitiveness

Прежде всего, стоит объяснить содержание некоторых терминов, которые мы используем в данной статье. Термин «производство золота» включает в себя все стадии, необходимые для доведения золота до состояния, в котором оно может быть продано на официальном рынке. Авторы не делают различия между понятиями

«производитель золота» и «продавец золота», т. е. условно считаем, что все стадии преобразования золота, содержащегося в природе, в конечный товар, готовый к продаже, осуществляются одним лицом, которое и присваивает конечный эффект от своей деятельности.

На мировом биржевом рынке продается

множество металлов: алюминий, никель, медь, платина, серебро, сталь. Золото отличается от многих других металлов высочайшим уровнем ликвидности – держатель золота может быть уверен в том, что в любую минуту он может конвертировать его в деньги по существующей цене без каких-либо потерь. Иными словами, держатель золота защищен от любых рисков, кроме коммерческого. Высокая ликвидность золота обусловлена тем, что, в отличие от многих других металлов, спрос на него носит инвестиционный характер [2]. Многие люди и институциональные инвесторы удерживают золото в составе своего богатства в надежде, что его цена вырастет в планируемом периоде. В денежной теории эта особенность в поведении людей получила название спекулятивного мотива [5].

Для российских инвесторов и продавцов золота эта картина должна быть скорректирована. Дело в том, что в России существует монополия государства на золото [3]. Внутри страны нет рынка, где участники могли бы свободно обмениваться золотом в виде шлиха или слитков, тем более совершать трансграничные операции. Однако конъюнктурные факторы могут быть рассмотрены так, как будто они действуют в отношении всей страны как единого

производителя. Подразумевается, что все потери и все выигрыши, обусловленные конъюнктурой, аккумулируются внутри страны. К конъюнктурным факторам мы относим параметры, на который отдельный продавец/покупатель повлиять не способен.

Чтобы оценить реальную доходность такого вида бизнеса, как торговля золотом, мы приняли во внимание три конъюнктурных фактора: средне-взвешенную (по годам) цену золота на мировом рынке, средневзвешенный курс доллара, выраженный в рублях, и, наконец, темп инфляции в России (так называемый индекс потребительских цен, ИПЦ) [9]. Производство первых двух величин дает нам объем выручки, который получает продавец от продажи одной тройской унции золота. Использование ИПЦ позволяет нам привести текущую выручку продавца к ценам, существовавшим в самом начале наблюдаемого периода. В нашем случае началом наблюдения стал 1998 год. Следовательно, в 1998 году цена золота равнялась условной единице. Индекс цены показывает нам, во сколько раз выросла цена золота по сравнению с 1998 годом. Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Динамика конъюнктурных факторов за период с 1998 по 2022 г. за тройскую унцию

Год	Цена золота на мировых рынках, (долл./унция)	Индекс цены золота на мировых рынках,	Курс доллара (в рублях)	Цена золота (тыс. рублей)	Индекс внутренней цены золота
1998	294,16	1,000	9,79	2,88	1,000
1999	278,77	0,947	24,65	6,87	2,386
2000	279,03	0,948	28,12	7,85	2,726
2001	270,99	0,921	29,17	7,90	2,743
2002	309,97	1,054	31,35	9,72	3,375
2003	363,51	1,236	30,68	11,15	3,872
2004	409,21	1,391	28,81	11,79	4,094
2005	444,84	1,512	28,29	12,58	4,368
2006	604,34	2,054	27,18	16,42	5,701
2007	696,72	2,368	25,57	17,81	6,184
2008	871,71	2,963	24,87	21,68	7,527
2009	972,97	3,307	31,72	30,86	10,715
2010	1224,66	4,163	30,37	31,19	10,830
2011	1569,21	5,334	29,40	46,13	16,017
2012	1669,52	5,675	31,09	51,90	18,021
2013	1411,46	4,798	31,85	44,95	15,608
2014	1265,58	4,302	38,47	48,69	16,906
2015	1160,66	3,945	61,29	71,14	24,701
2016	1248,99	4,246	67,19	83,92	29,139
2017	1257,56	4,275	58,31	73,33	25,462
2018	1269,23	4,315	62,69	79,57	27,628
2019	1392,50	4,734	64,66	90,04	31,264
2020	1770,25	6,018	71,13	125,92	43,722
2021	1828,60	6,216	73,68	134,73	46,781
2022	1680,70	5,713	68,49	115,11	39,969

Материалы показывают, что мировая цена золота, выраженная в рублях, выросла за этот период почти в 40 раз. В отдельные годы это превышение было еще большим. Такой существенный рост цены обусловлен двумя факторами. Во-первых, цена золота на мировом рынке выросла в 5,7 раза. Во-вторых, рубль подешевел относительно доллара в 7 раз. Производство этих индексов дает нам в результате 40-кратный рост внутренней цены золота. Понятно, что в разные годы эти два фактора по-разному влияли на внутреннюю цену золота. Например, исходный скачок индекса выручки (1999 г.) обусловлен исключительно девальвацией рубля, которая, в свою очередь, стала последствием технического дефолта, объявленного Правительством России 17 августа 1998 года. На графике (рис. 1) этот скачок располагается в самом начале траектории. Напротив, последующие всплески значения рублевой цены золота обусловлены удорожанием металла на мировых рынках. Следует отметить, что золото, являясь инвестиционным инструментом, неизменно дорожает во время финансовой нестабильности [4]. Финансовая неуверенность чаще всего порождается экономическими кризисами. В частности, в нашем случае удорожание золота на мировом рынке было спровоцировано двумя кризисами: кризисом ликвидности в 2008 году и логистическим кризисом, разразившимся в результате пандемии.

Хотя материалы таблицы 1 вызывают определенный интерес, они ничего не говорят нам об эффективности производства золота российским предпринимателем [10]. Золото за четверть века подорожало в 40 раз, но и цены внутри российской экономики не стояли на месте. Это значит, что

продавцу золота приходилось платить все более высокие цены, чтобы привлечь ресурсы необходимые для добычи металла и его доведения до товарного состояния. С такой же проблемой сталкивается продавец золота, обменивая выручку от продажи на потребительские товары и услуги. Задача, следовательно, состоит в том, чтобы исключить влияние изменившихся цен на результаты деятельности продавца. Этой цели служат два инструмента: индекс потребительских цен (ИПЦ) и дефлятор. ИПЦ показывает во сколько раз выросли цены в истекшем году. Если цены выросли на 2,7 %, то значение индекса будет равно 1,027. Если же цены снизились на 2,7 %, то индекс цен покажет 0,973. Стоит нам разделить экономическую величину, измеренную в конце года, на ИПЦ, как мы получаем реальное значение этой величины, очищенное от влияния ценового фактора. Дефлятор представляет собой накопленное за ряд лет значение ИПЦ. При отнесении наблюдаемой номинальной величины к дефлятору мы получаем реальное значение наблюдаемой величины по отношению к году, избранному в качестве точки отсчета. В нашем случае это 1998 год.

Данные об ИПЦ и величине дефлятора в российской экономике собраны нами в столбцах 2 и 3 таблицы 2. Значения дефлятора получены путем перемножения данных об ИПЦ за соответствующее число лет с начала наблюдения. В четвертом столбце находятся данные о рублевой цене золота, перенесенные из таблицы 2. Чтобы рассчитать реальную величину выручки продавца золота необходимо разделить значение индекса цены золота на значение дефлятора по каждому году. Полученную величину мы назвали индексом эффективности и поместили в последний, пятый столбец таблицы 2.

Таблица 2. Данные об эффективности производства золота в России за период с 1998 по 2022 годы

Год	ИПЦ	Дефлятор	Индекс курса доллара	Индекс внутренней ней доходности	Индекс цены золота	Индекс эффективности
1	2	3	4	5(4/3)	6	7(4/3)
1998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1999	1,365	1,365	2,519	1,845	2,386	1,748
2000	1,202	1,641	2,872	1,750	2,726	1,661
2001	1,186	1,946	2,980	1,531	2,743	1,410
2002	1,151	2,240	3,202	1,429	3,375	1,507
2003	1,120	2,509	3,134	1,249	3,872	1,543
2004	1,117	2,802	2,943	1,050	4,094	1,461
2005	1,109	3,107	2,890	0,930	4,368	1,406
2006	1,090	3,387	2,776	0,820	5,701	1,683
2007	1,119	3,790	2,612	0,689	6,184	1,632
2008	1,133	4,294	2,540	0,592	7,527	1,753
2009	1,088	4,672	3,240	0,693	10,715	2,293
2010	1,088	5,083	3,102	0,610	10,830	2,131
2011	1,061	5,393	3,003	0,557	16,017	2,970
2012	1,066	5,749	3,176	0,552	18,021	3,135
2013	1,065	6,123	3,253	0,531	15,608	2,549
2014	1,114	6,821	3,930	0,576	16,906	2,478
2015	1,129	7,701	6,260	0,813	24,701	3,208
2016	1,054	8,117	6,863	0,846	29,139	3,590
2017	1,025	8,312	5,956	0,717	25,462	3,063
2018	1,045	8,686	6,403	0,737	27,628	3,181
2019	1,030	8,947	6,605	0,738	31,264	3,494
2020	1,049	9,385	7,266	0,774	43,722	4,659
2021	1,084	10,173	7,526	0,740	46,781	4,597
2022	1,119	11,384	6,996	0,615	39,969	3,511

Как показывает таблица 2, «трудные времена» для российских золотопромышленников остались далеко позади [3]. За истекшие двадцать пять лет индекс эффективности в худшем случае удерживался в области 1,5 единиц. Начиная с кризиса ликвидности, этот индекс ни разу не падал ниже 2. Однако разберемся в причинах этого успеха. Для этого рассчитаем еще один показатель – индекс курса доллара – аналогично тому, как мы рассчитывали другие индексы. Данные о динамике этой величины содержатся в столбце 4.

Задумаемся о смысле показателей, находящихся в соседних столбцах 3 и 4. По сути, это компоненты так называемого реального обменного курса, показателя, характеризующего степень конкурентоспособности отечественных товаров на мировом рынке. Эти слагаемые действуют в противоположном направлении. Инфляция делает отечественные товары дороже для зарубежных покупателей и, значит, снижает их конкурентоспособность. Напротив, снижение курса отечественной валюты означает ее удешевление, а вместе с тем снижение цены отечественных товаров для зарубежных покупателей. Оценим совместное влияние этих компонентов на эффективность производства золота. Это влияние мы назвали индексом внутренней доходности и поместили в столбце 5. Когда индекс принимает значение больше единицы, мы можем констатировать, что внутренние факторы способствуют росту эффективности производства золота. Если индекс меньше единицы, то внутренние факторы противодействуют росту эффективности.

«Великая девальвация» рубля, случившаяся в

1998 году достаточно долго – в течение шести лет – обеспечивала высокую эффективность производства золота [1]. Однако впоследствии укрепление рубля и двузначная инфляция отбросили эффективность производства золота к значениям, меньшим, чем в 1998 году. В последующие годы динамика внутренних факторов была одинаковой: постепенное снижение эффективности прерывалось скачкообразным ростом, обусловленным периодическими девальвациями. Это неизбежный процесс для страны, экономика которой интегрирована в мировую экономику [6, 7].

По истечению двадцати пяти лет коэффициент оказался ниже единицы, причем он удерживается в этом диапазоне на протяжении почти двадцати лет. Это значит, что весь прирост эффективности производства обеспечивается исключительно благоприятными изменениями конъюнктуры на мировом рынке золота. Отсюда следует, что, потеряв возможность продавать золото на мировом рынке, российские золотопромышленники откатятся в обратном в 90-е годы XX века, когда прибыльность производства золота была отрицательной. Импортзамещение не спасет российскую золотодобывающую промышленность, поскольку в стране нет такого объема спроса, который предъявляет мировая экономика [8]. Единственный вариант спасения предприятий отрасли – приобретение золота правительством. Это значит, что деньги налогоплательщиков будут использованы для финансирования убыточных предприятий. Напомним, что именно от такой экономической модели Россия отказалась тридцать лет тому назад.

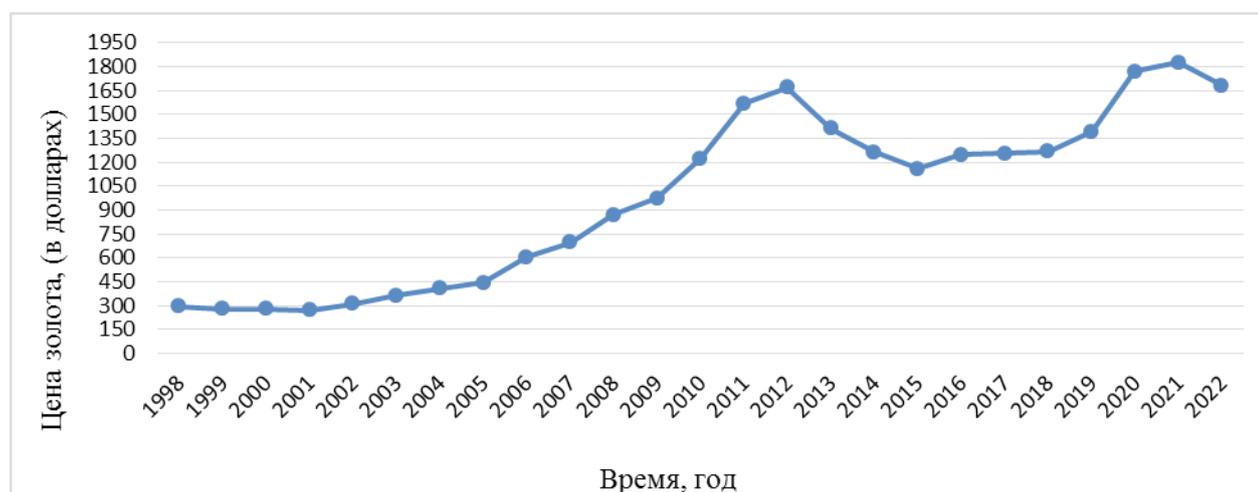


Рис. 1. Динамика цены золота на мировых рынках, (долл./унция)

На рисунке 1 хорошо просматривается конъюнктурный сдвиг в цене золота, начало которого датировано 2008 годом. Мировой кризис ликвидности, как и любой кризис, привел к увеличению спроса

на надежные активы, лидером среди которых остается золото. Рост спроса привел к шестикратному росту цены золота. После некоторого периода затишья, золото вновь подорожало на волне пандемии.

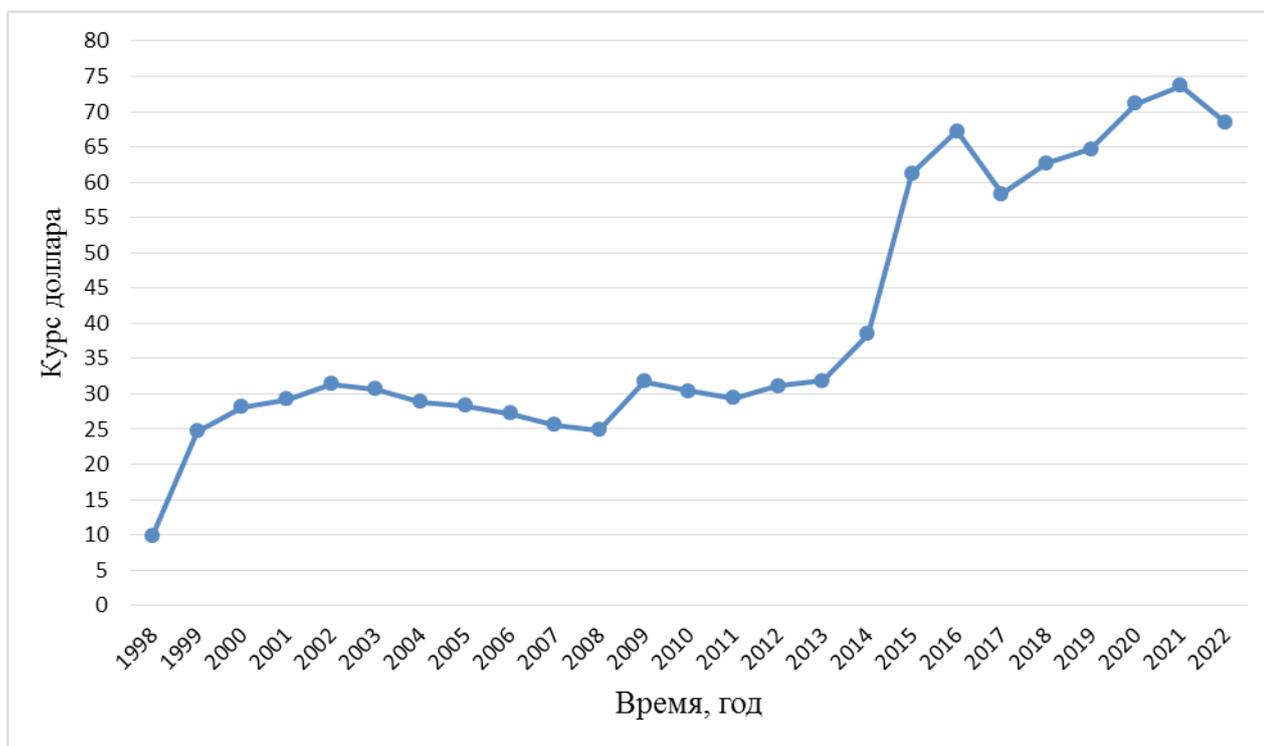


Рис. 2. Динамика курса доллара, (в рублях)

Рисунок 2 интересен тем, что на нем четко видны периодические девальвации, переживаемые отечественной валютой. Все девальвации (1998, 2008, 2014 гг.) были вызваны одной и той же причиной – падением цен на нефть.

Нефть является основным экспортным това-

ром для российской экономики. Когда цена нефти снижается, предложение долларов на российском рынке сокращается, и их цена растет. Срабатывает механизм самосбывающихся ожиданий и плавное снижение курса отечественной валюты превращается в резкое падение.

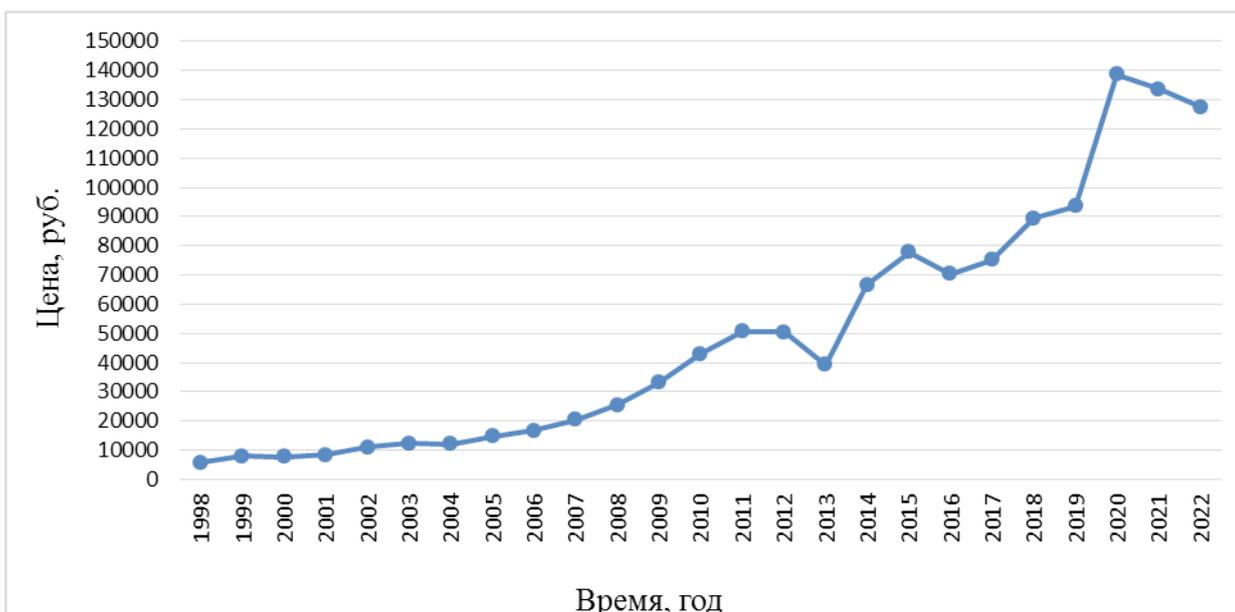


Рис. 3. Динамика цены золота на российском рынке, (рублей/унция)

На рисунке 3 отчетливо видны два случая скачкообразного роста цены золота на внутреннем рынке. Но если первый скачок имеет внутреннее происхождение (девальвация рубля), то второй случай роста внутренней цены золота вызван

ростом его цены на мировом рынке. В свою очередь, рост цены золота на мировом рынке обусловлен всеобщей неуверенностью инвесторов во время пандемии и кризиса мировой системы торговли.

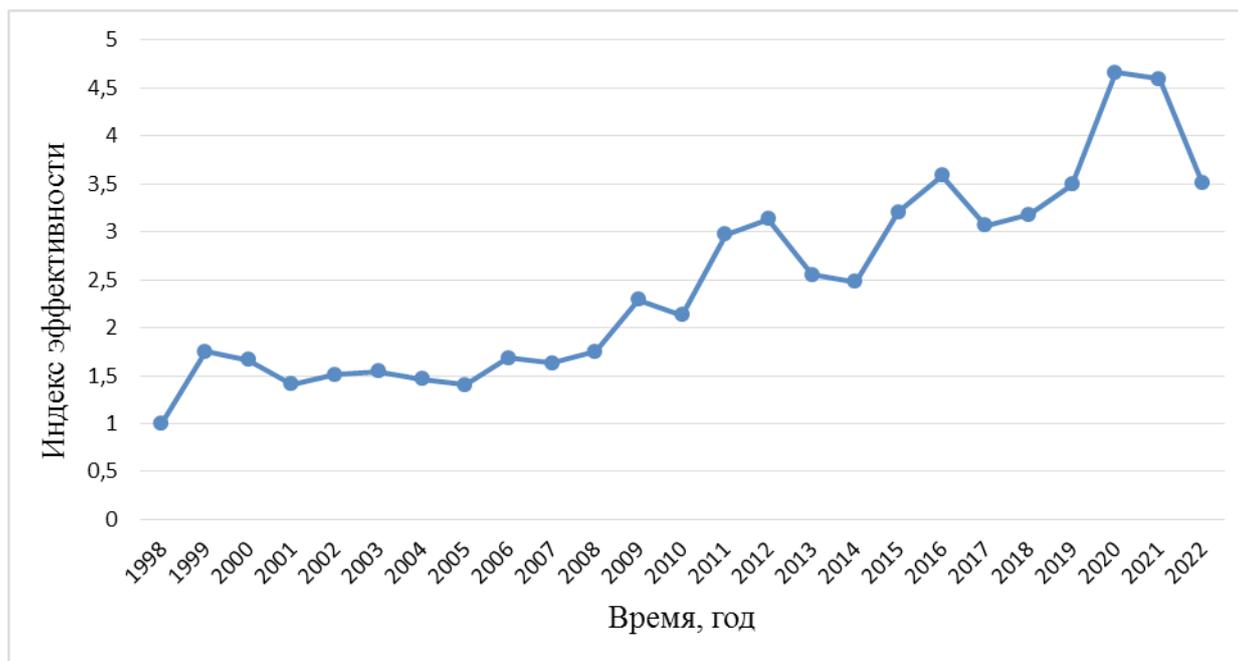


Рис. 4. График эффективности добычи золота

График, представленный на рисунке 4 показывает, что эффективность добычи золота стабильно остается на более высоком уровне, чем она была в 1998 году. Благодаря удачной конъюнктуре на мировом рынке эффективность достигла сво-

его максимального значения (~ 4,5) в 2021 году. Однако в 2022 году в связи со снижением мировых цен золота и укреплением курса рубля значение индекса эффективности добычи золота снизилось до 3,5.

Список источников

- Буданов И.А. Влияние макроэкономических изменений на динамику производства металла в России // Проблемы прогнозирования. 2015. № 6. С.109–123. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-makroekonomicheskikh-izmeneniy-na-dinamiku-proizvodstva-metalla-v-rossii/viewer> (18.06.2023).
- Зайцев Ю.К., Лощенкова А.Н. Влияние динамики обменного курса рубля на приток иностранных инвестиций в российскую экономику // Международный экономический симпозиум – 2022: материалы Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, 17–19 марта 2022 г.). Санкт-Петербург, 2022. С. 697–704
- Коренева Д.В. Задачи и инструменты конкурентной политике в российской цветной металлургии за прошедшие четверть века // Вестник Московского Университета. Экономика. 2016. № 3. С. 35–67. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zadachi-i-instrumenty-konkurentnoy-politiki-v-rossiyskoy-metallurgii-za-proshedshie-chetvert-veka/viewer> (18.06.2023).
- Кейнс Джон Мейнард Экономические последствия валютной политики мистера Черчилля. Общая теория занятости процента и денег. Избранное. М.: Эксмо, 2007. С. 753–773
- Кругман П. Возвращение Великой депрессии? Мировой кризис глазами Нобелевского лауреата / пер. с англ. В.Н. Егоров. М.: Эксмо, 2009. 306 с.
- Пономарев Ю.Ю., Трунин П.В., Улюкаев А.В. Эффект переноса динамики обменного курса на цены в России // Вопросы экономики. 2014. № 3, С. 21–35.
- Плескачев Ю.А., Пономарев Ю.Ю. Обменный курс, частота изменения и жесткость цен на импортные товары в России // Российский внешнеэкономический вестник. 2017. № 9. С.45–58.
- Klein B., Crawford G.R., Alchian A.A. Vertical integration, appropriable rents and the competitive contracting process // Journal of Law and Economics. 1978. № 21. P. 287–326. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.edegan.com/pdfs/Klein%20Crawford%20Alchian%20\(1978\)%20-%20Vertical%20Integration%20Appropriable%20Rents%20and%20the%20Competitive%20Contracting%20Process.pdf](https://www.edegan.com/pdfs/Klein%20Crawford%20Alchian%20(1978)%20-%20Vertical%20Integration%20Appropriable%20Rents%20and%20the%20Competitive%20Contracting%20Process.pdf) (20.06.2023).
- Krugman P.R., Obstfeld M. International Economics: Theory and Policy. New York: Addison Wesley, 2012. 736 p.
- Pursell G., Snape R. Economies of Scale, Price discrimination and Exporting // Journal of International Economics. 1973. № 3(1). P. 85–91.

Информация об авторах / Information about the Authors

Колмаков Александр Евгеньевич,

к.э.н.,
доцент кафедры экономики и цифровых бизнес технологий
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
papa-chief@mail.ru

Бухарина Анна Владиславовна

студент,
Институт высоких технологий
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
annbuharina@yandex.ru

Alexander E. Kolmakov,

Cand. Sci. (Economics),
Associate Professor, Economics and Digital Business Technolo-
gies Department
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
papa-chief@mail.ru

Anna V. Bukharina

Student,
Institute of High Technologies
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
annbuharina@yandex.ru

Молодежный вестник ИрГТУ

Сетевое издание

Том 14 № 3 2023

Редакторы: И.П. Маркина

Е.В. Шешуков

Верстка: В. Г. Дмитриев

Выход в свет 03.10.2023

ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83