

МОЛОДЁЖНЫЙ ВЕСТНИК ИрГТУ

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

Том 14 № 1 2024



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Молодежный вестник ИрГТУ

Сетевое издание

Том 14 № 1 2024

Молодежный вестник ИрГТУ

Сетевое издание

Том 14 № 1 2024

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 биотехнологии им. В.В. Тутуриной, 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 университет науки и технологии (г. Улан-Батор, Монголия)

Пахаруков А.А., к.ю.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., д.филос.н., 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, Институт отраслевого менеджмента РАНХиГС (г. Москва, Россия)

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

Сетевое издание основано в 2011 году
Периодичность издания – 4 раза в год

Сведения о сетевом издании
можно найти на сайте:
<http://mvestnik.pfu/>

Сетевое издание зарегистрировано
Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор)

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

Сетевое издание имеет свободный
доступ к публикациям;
включено 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

Молодежный вестник ИрГТУ

Сетевое издание

Том 14 № 1 2024

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 научно-исследовательских институтов 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

Редколлегия

Молодежный вестник ИрГТУ

Сетевое издание
Том 14 № 1 2024

СОДЕРЖАНИЕ

МАШИНОСТРОЕНИЕ

- Козлова Е.А., Назимова А.В., Распопина В.Б.** Оценка параметров напряженного состояния нитевидной структуры детали, изготовленной по FDM-технологии, с помощью моделей в САЕ-среде 6

ЭЛЕКТРОНИКА, ФОТОНИКА, ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И СВЯЗЬ

- Парамонов О.В.** Автоматизация подбора комплектующих для беспилотных летательных аппаратов мультироторного типа 15

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

- Богйдаев Д.М., Ковригина И.А.** Конструирование нейронной сети для диагностирования патологических изменений на рентгенологических снимках легких 22
- Перерва П.А., Григорьев С.В.** Применение современных методов медицинской визуализации для выявления и диагностирования опухолей 26

ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- Недбайлов И.Д., Варфоломеев К.Е., Литвин Л.Л., Буйнов Н.Е., Бочкарев В.А., Фролов А.Г.** Перспективы применения возобновляемой энергетики в условиях Крайнего Севера 33

ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

- Фирсова В.П., Курохтина А.О., Польшгалова О.В., Прокофьева О.С.** Исследование регулярных перевозок пассажиров на примере города Иркутска 45

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

- Горбунов Н.С., Дмитриева Т.Л.** Исследование средств и методов передачи данных из архитектурного программного комплекса nanoCAD BIM Конструкции в расчетный комплекс SCAD++ 51
- Зеньков Е.В., Чжан Лю, Чэнь Пэньюй, Чжан Лижун.** Особенности реализации технологий информационного моделирования при разработке социальных объектов Китая 59
- Соснин Д.Е., Саландаева О.И.** Архитектурные тенденции формирования производственных комплексов с внедрением систем роботизации 65
- Топчубаев Н.К., Дружинина И.Е.** Морской вокзал в поселке Пристань-Пржевальск: его роль в концепции развития туристско-рекреационного потенциала Иссик-Кульской области 75

ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Горощенова П.С., Горощенова О.А.** Особняк купца М.Д. Бутина – памятник деревянного зодчества Иркутска 82
- Ткачев В.В.** Художественное пространство Иркутской губернии конца XIX – начала XX века в трудах художественной интеллигенции и научного сообщества 88

ФИЛОЛОГИЯ

Апончук И.И., Бруева А.Е. Формирование речевой культуры будущего юриста	95
Кульчитский М.А. Опыт построения типологии фонетических систем различных языков с использованием методов компьютерной лингвистики	100

ПСИХОЛОГИЯ

Паркина Л.Д. Влияние типа личности студента на успешность овладения иностранным языком	106
---	------------

ПЕДАГОГИКА

Амбарцумян Р.А., Переделкина К.В. Влияние физических нагрузок на трудоспособность студента	111
Бадмацыренов А.А., Яловенко О.В. Роль физической культуры в борьбе с психологическими проблемами и стрессом среди студентов	115
Галета В.В., Пономарев А.И. Лечебная физическая культура при черепно-мозговой травме	120
Клименкова С.Б., Дансоронов С.В., Клименкова И.Е. Моделирование топографической поверхности при решении графических задач с использованием системы автоматизированного проектирования Компас-3D	125
Малыхин А.В., Глухов С.Д. Занятие гиревым спортом в домашних условиях: история возникновения, методика выполнения толчка и рывка, правила дыхания	131
Симанова А.Д., Усачева Л.В., Константинов Р.В. Влияние физических нагрузок на психологическое состояние студентов. Психосоматика ученика	143
Цыбенков Б.А., Беляева Ю.С. Онлайн-инструменты для улучшения произношения и интонации при изучении английского языка	148

ПРАВО

Тарасова Д.В., Курышова И.В. Взыскание алиментов в пользу несовершеннолетних: порядок уплаты, проблемы и перспективы	153
---	------------

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ, НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ, МЕТАЛЛУРГИЯ

Будько Т.В., Аксенов А.В. Разработка решений для переработки упорной руды, содержащей природные сорбенты золота	159
Бухарина А.В., Васильев А.А. Обзор существующих методов аффинажа благородных металлов	164
Наумкин Р.И., Немчинова Н.В. Устройство и назначение миксера литейных отделений алюминиевых заводов	172

Оценка параметров напряженного состояния нитевидной структуры детали, изготовленной по FDM-технологии, с помощью моделей в CAE-среде

© Е.А. Козлова, А.В. Назимова, В.Б. Распопина

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

Аннотация. Развитие технологии FDM-печати от прототипирования до создания рабочих деталей требует формирования методик анализа параметров напряженно-деформированного состояния таких деталей. Подходы к оценке параметров напряженно-деформированного состояния деталей, изготовленных традиционными технологиями, не имеют силы для деталей, изготовленных по FDM-технологии. Существующие методики не учитывают дискретность распределения материала по объему напечатанной детали. Одним из путей решения данной проблемы является применение CAE-систем. В CAE-системе Femap были построены конечно-элементные модели, позволившие определить характер распределения параметров напряженного состояния нитевидной структуры, образующей деталь. Модели нитевидной структуры создавались для напечатанного стержня, работающего на растяжение. Данные модели позволяют увидеть, как меняются напряжения в пределах одной нити, от нити – к нити. По итогам анализа этих моделей были получены закономерности изменения параметров напряженного состояния в нитевидной структуре. Модель для заполнения 50 % отчетливо показала, что самыми нагруженными являются нити внешней оболочки и соседние нити. Причем доминирующими являются нормальные напряжения, направленные вдоль силы. Проведен анализ напряжений в ячейках для разного процента заполнения. Чем меньше процент заполнения, тем отчетливее нитевидность структуры. В этом случае можно схематизировать материал между узлами как брус на опорах. Для высокого процента заполнения материал между узлами следует рассматривать как массив. Средства постпроцессора программы позволили представить результаты расчета конечно-элементной модели в удобном для анализа виде.

Ключевые слова: аддитивные технологии, FDM-печать, метод конечных элементов, эквивалентные напряжения, параметры напряженного состояния

Estimation of parameters of the stress state of a thread-like structure parts manufactured using FDM technology using models in the CAE environment

© Ekaterina A. Kozlova, Angelika V. Nazimova, Vera B. Raspopina

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The development of FDM technology from prototyping to the manufacture of working parts requires the development of a methodology for analyzing the parameters of the stress-strain state of such parts. Approaches to considering the parameters of the stress-strain state of parts used in deceleration technology, which are not valid for parts manufactured using FDM technology. Existing methods do not take into account the degree of material distribution throughout the volume of the printed part. One way to solve this problem is to use a CAE system. Finite element models were built in the CAE system Femap, which made it possible to determine the nature of the distribution of stress state parameters of the thread-like structure forming the part. Models of the thread-like structure were created for a printed rod working in tension. These models show how the stress change within a single thread, from thread to thread. Based on the results of the analysis of these models, patterns of changes in the parameters of the stressed state in the thread-like structure were obtained. The model for filling 50 % clearly showed that the threads of the outer shell and neighboring threads are the most loaded. Moreover, normal stresses directed along the force are dominant. An analysis of the stresses in the cells for different percentages of filling was carried out. The lower the percentage of filling, the more distinct the filamentous structure. In this case, it is possible to schematize the material between the nodes as a beam on supports. For a high percentage of filling, the material between the nodes should be considered as an array. The postprocessor tools of the program made it possible to present the results of the calculation of the finite element model in a form convenient for analysis.

Keywords: additive technologies, FDM printing, finite element method, equivalent stresses, stress state parameters

В настоящее время наблюдается большой интерес со стороны всех отраслей машиностроения к аддитивным технологиям [1]. Аддитивные технологии (Additive Manufacturing) – это принципиально новые технологии для изготовления деталей, основанные на нанесении материала слоями. Часто их называют технологиями 3D-печати. К числу наиболее распространенных и доступных технологий 3D-печати относится FDM-печать (Fused Deposition Modeling). Ее востребованность обусловлена сочетанием экономичности, доступности, простоты реализации, возможности совершенствовать как технологичность изделия, так и его механические свойства. В основе этой технологии лежит процесс экструзии расплавленного термопласта. В данном состоянии материал перерабатывается в нитевидную структуру. Нитевидная структура послойно укладывается в деталь согласно заданной цифровой модели геометрии в соответствии с G-кодом управляющей программы для FDM-принтера.

В настоящий момент область применения технологии FDM-печати эволюционировала от прототипирования до рабочих деталей. FDM-печать может быть использована для создания изделий сложных геометрических форм, которые трудно или дорого изготовить с использованием традиционных методов или которые образованы сборкой нескольких деталей. Технология может быть использована для создания формообразующей оснастки для заготовительно-штамповочного производства, для изделий из композитов. Такому прогрессу способствует появление новых термопластов с улучшенными механическими характеристиками [2].

Описание проблемы. Торможение процесса активного внедрения FDM-печати в производство отчасти обусловлено тем, что отсутствует однозначная обоснованная теория расчета на прочность изделий, выполненных с помощью этой технологии. Гипотеза об однородности и сплошности для напечатанной детали не работает из-за дискретности нитевидной структуры, заполняющей ее объем. Для технологии FDM характерно разнообразие шаблонов заполнения (печати) и процентов заполнения объема изделия (рис. 1). Эти факторы оказывают влияние на параметры прочности и жесткости конечного изделия [3–5]. Каждый шаблон печати в сочетании с процентом заполнения при прочих равных условиях особым образом обуславливают это влияние.

Прочность детали зависит от распределения параметров напряженного состояния по ее деформированному объему. Под параметрами напряженного состояния в данном случае понимаются компоненты тензора напряжений (рис. 2).

Определить эту закономерность возможно, если деталь образована из сплошного материала. CAE-системы позволяют получить соответствующие модели для анализа [6–10]. В большинстве случаев математическим инструментом таких программных продуктов является метод конечных элементов. В основе его лежит дискретизация исследуемого объема сплошной среды на подобласти, которые называют конечными элементами. В этом случае под объемом сплошной среды понимаются все точки объема, образующие деталь. Однако модель детали, выполненная с помощью FDM-печати, не будет отвечать

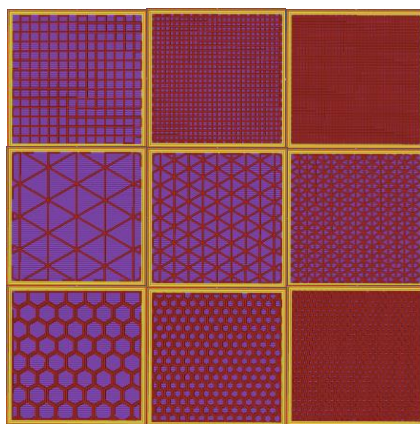


Рис. 1. Три шаблона печати с заполнением 20 %, 40 %, 70 %

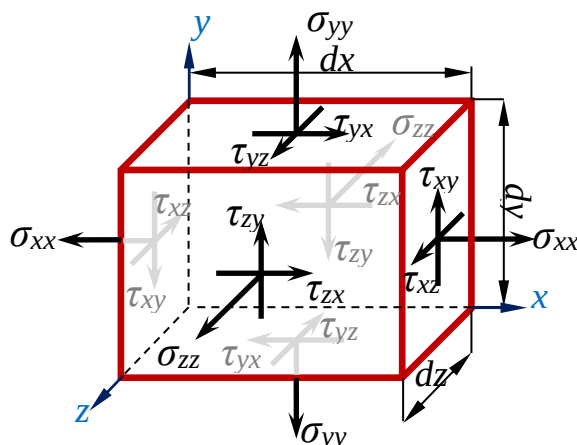


Рис. 2. Тензор напряжений

данному случаю. Сплошная среда будет только в пределах объема нити. Эта нить с той или иной плотностью послойно укладывается в деталь (см. рис. 1). Аналитически определить закономерность изменения параметров напряженного состояния по траектории укладки нити невозможно. Это возможно сделать с помощью модели в САЕ-среде. Сформировать модель детали, полностью отражающей как внешнюю, так и внутреннюю ее геометрию, теоретически возможно. Однако на практике такая модель потребует значительных ресурсов из-за сложности внутренней геометрии детали, то есть подробной геометрии нитевидной структуры, заполняющей объем детали. И чем сложнее внешняя геометрия детали, тем больший ресурс будет необходим. Однако возможно построить некий цифровой образец. Критерием его формирования является требуемая степень достоверности отображения нитевидной структуры заданного шаблона заполнения. Требуемая степень достоверности зависит от того, какой критерий несущей способности требуется оценить.

Формирование модели для оценки характера распределения напряжений по нитевидной структуре. В качестве объекта исследования была рассмотрена нитевидная структура, заполняющая объем растянутого стержня (рис. 3).

Целью исследования является качественная оценка характера изменения параметров

напряженного состояния деформированной нитевидной структуры. Для формирования КЭ-модели и ее анализа была использована САЕ-система Femap with NX Nastran. Оценка характеристик прочности изделия осуществлялась на примере шаблона «Линии» с заполнением в 50 %. Шаблон «линии» (рис. 4) предполагает, что в пределах каждого слоя линии «укладываются» параллельно друг относительно друга. От слоя к слою их направление меняется на 90°. Слои фиксируются между собой в точках пересечения линий. Важным фактором, влияющим на прочность изделия, является адгезионная прочность между слоями печати. Однако в пределах линейного поведения FDM-структуры этот фактор при моделировании следует не учитывать. Высота слоя принята 0,2 мм, ширина экструзии – 0,4 мм.

Для получения достоверной картины распределения параметров напряженного состояния следует отобразить в конечно-элементной модели реальную геометрию распределения экструдированной нити, полученную в результате процесса печати. Поскольку внешняя геометрия стержня обладает тремя плоскостями симметрии и граничные условия стержня симметричны, для построения КЭ-модели была выбрана 1/8 часть стержня (рис. 5). Это позволило значительно упростить модель без искажения картины отклика на силовое воздействие. Расчетная схема такой модели представлена на рис. 5.

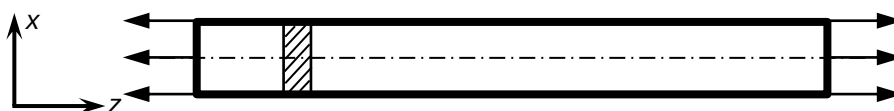


Рис. 3. Расчетная схема растянутого стержня

По итогам построена геометрическая модель, представленная на рис. 6.

На базе данной геометрии и условий, описанных выше (см. рис. 5), сформирована конечно-элементная модель. По итогам автоматизированного линейного анализа системы Femap инструментарий постпроцессора позволяет визуализировать карты напряжений. В частности, карта эквивалентных напряжений, определяемых по теории прочности Мизеса, для одного слоя на виде сверху, представлена на рис. 7.

Формула для эквивалентных напряжений, определяемых по теории прочности Мизеса, имеет следующий вид:

$$\sigma_M = \sqrt{0,5[(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)]},$$

где σ_M – эквивалентное напряжение, определяемое по теории прочности Мизеса; σ_x , σ_y , σ_z – нормальные напряжения, действующие вдоль координатных осей прямоугольной декартовой системы координат x , y , z ; τ_{xy} , τ_{yz} , τ_{zx} – касательные напряжения, действующие в плоскостях координатных осей прямоугольной декартовой системы координат xy , yz , zx .

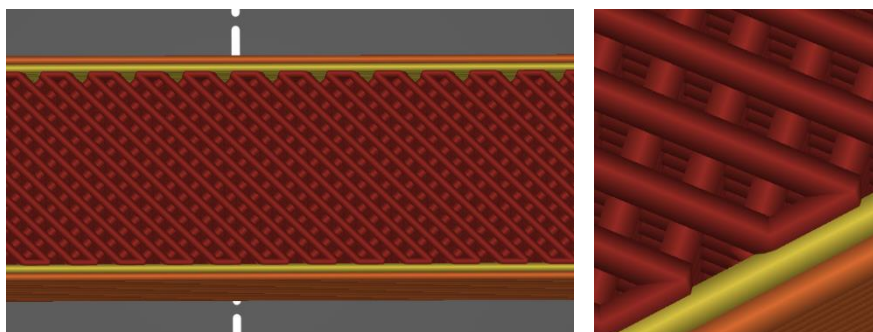


Рис. 4. 3d-модель заполнения по шаблону «линии»

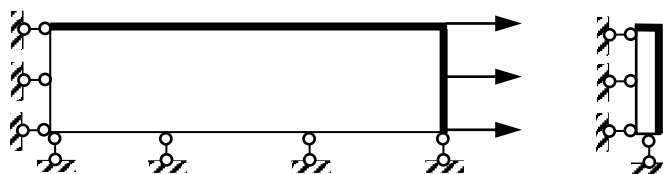


Рис. 5. Расчетная схема стержня для среды Femap

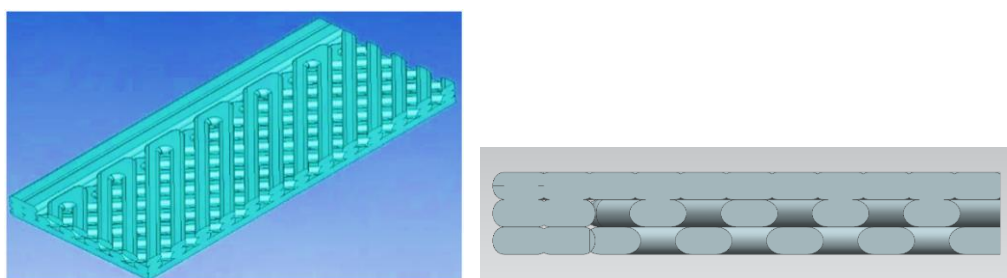


Рис. 6. Геометрическая модель FDM-структуры в среде Femap

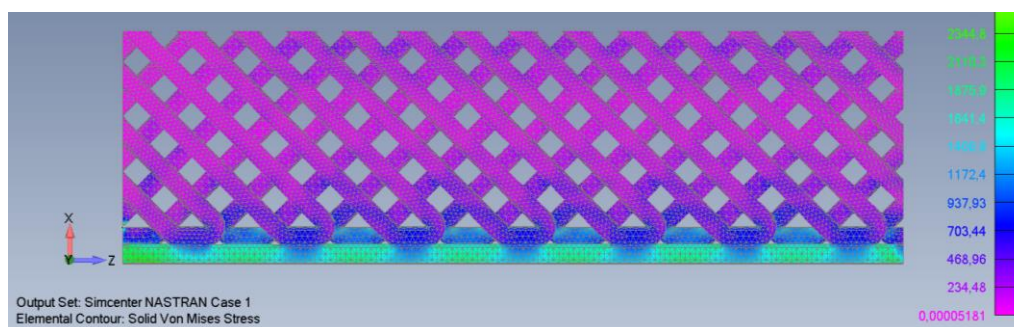


Рис. 7. Карта напряжений Мизеса для промежуточного слоя

На основании рис. 7 можно сделать вывод о том, что распределение напряжений по слою неравномерное. Это следует из сочетания цветовой гаммы и численных значений. Наиболее опасными являются области периметра модели. По сути, нити периметра берут на себя основную нагрузку.

Оценка характера распределения параметров напряженного состояния. Для анализа выбрано поперечное сечение, проходящее через области, в которых нити не накладываются друг на друга (см. рис. 6). Линейка точек, в которых следует определить компоненты тензора напряжений, распределена по второму слою от внешних слоев (рис. 8). В табл. 1 приведены компоненты тензора напряжений для показанных на рисунке точек.

Анализ численных значений компонент тензора напряжений доказывает факт того,

что наиболее напряженными являются точки, принадлежащие поперечному сечению периметра и нити, примыкающей к периметру. Это точки с 1 по 9. Причем в этих точках касательные напряжения значительно ниже нормальных напряжений, нормальные напряжения положительные. Из трех нормальных напряжений в основном доминируют напряжения, направленные вдоль действия силы, то есть напряжения σ_z (см. рис. 3). Это позволяет предположить, что материал периметра в некотором приближении работает на растяжение.

Для полноты картины продолжено изучение напряженного состояния в точках второго слоя в следующем сечении. В этом сечении наблюдается соприкосновение нитей внутренней структуры (рис. 9). Исходя из того, что наиболее напряженными в рассматриваемой

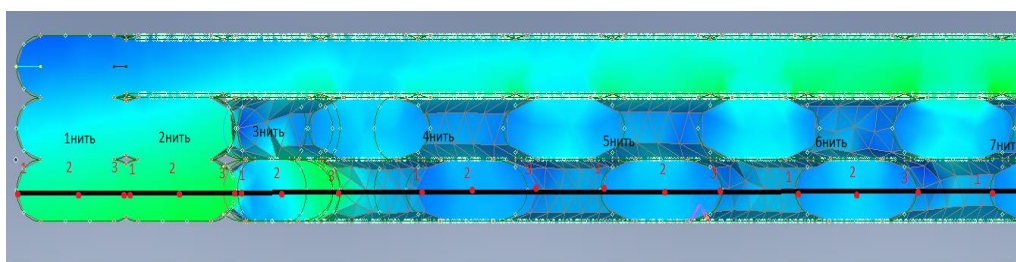


Рис. 8. Характерные точки в плоскости рассматриваемого поперечного сечения

Таблица 1. Компоненты тензора напряжений для точек второго слоя

Номер точки	σ_x , МПа/МПа	σ_y , МПа/МПа	σ_z , МПа/МПа	τ_{xy} , МПа/МПа	τ_{yz} , МПа/МПа	τ_{zx} , МПа/МПа
1	22,22	18,29	886,15	-5,048	-0,24	-4,59
2	82,6	17,77	1073,45	16,73	-16,2	0,68
3	44,44	61,39	897,95	-30,72	-12,26	104,97
4	96,5	30,97	1016,72	35,55	18,42	36,44
5	116,98	11,26	1198,53	-22,71	-15,69	80,46
6	76,89	6,11	1634,77	-34,56	24,42	27,39
7	722,74	35,06	899,48	28,02	16,33	119,15
8	-189	-48	772,06	10,64	-12,11	36,78
9	132,06	-45,31	669,58	39,89	23,58	-49,11
10	-188,64	44,85	669,58	13,91	-50,66	-50,19
11	78,8	33,81	373,59	-13,89	30,83	-106,18
12	-97,94	36,56	192,45	31,84	-88,85	-45,91
13	35	12,49	171,43	81,27	71,56	-98,31
14	-30,96	33,68	274,62	41,12	-68,37	-152,89
15	13,73	39,66	190,46	117,25	-42,6	-67,86
16	-163,57	12,49	145,17	-95,96	39,36	-59,69
17	140,76	33,68	102,46	-77,12	-43,29	184,15
18	268,8	39,66	168,63	-93,17	34,43	-95,13
19	24,62	24,16	165,36	-32,33	-31,52	-29,27
20	39,86	6,13	231,39	-26,8	-58,07	-79,85
21	-31,48	43,8	188,88	-38,38	85,05	-20,77

модели являются периметр и примыкающая к нему нить, к рассмотрению приняты только первые девять точек. Речь идет о точках, которые отличаются от предыдущих только координатой z . Поскольку в предыдущем сечении в этих точках касательные напряжения были незначительными, в данном случае они не рассматривались.

Для рассматриваемой линейки точек данные о нормальных напряжениях систематизированы в форме эпюр, которые представлены на рис. 10.

Сопоставление значений соответствующих эквивалентных напряжений и нормальных напряжений σ_z показывает, что они близки

по величине в области периметра. Следовательно, влияние прочих компонент тензора напряжений незначительно. Значит можно допустить, что материал в окрестности таких точек находится в линейном напряженном состоянии. Это подтверждает вывод из предыдущего параграфа. Отклонение появляется в области примыкающей нити. Из формулы теории прочности Мизеса следует, что наблюдается рост влияния касательных напряжений. Для большей уверенности необходимо пополнение статистических данных. Однако вывод о том, что предлагаемая методика оценки параметров напряженного состояния является рабочей, сделать можно.

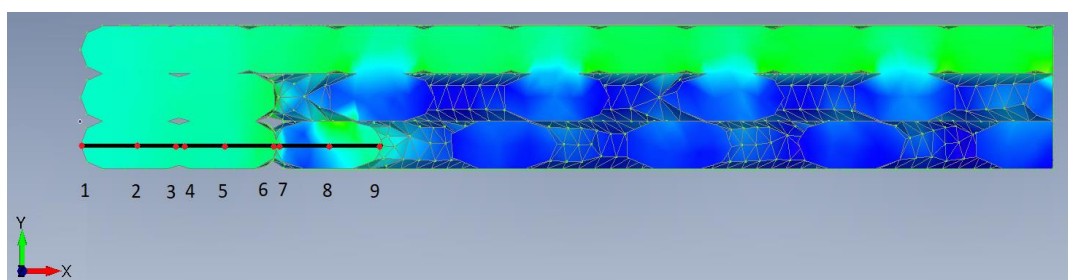


Рис. 9. Рассматриваемое сечение

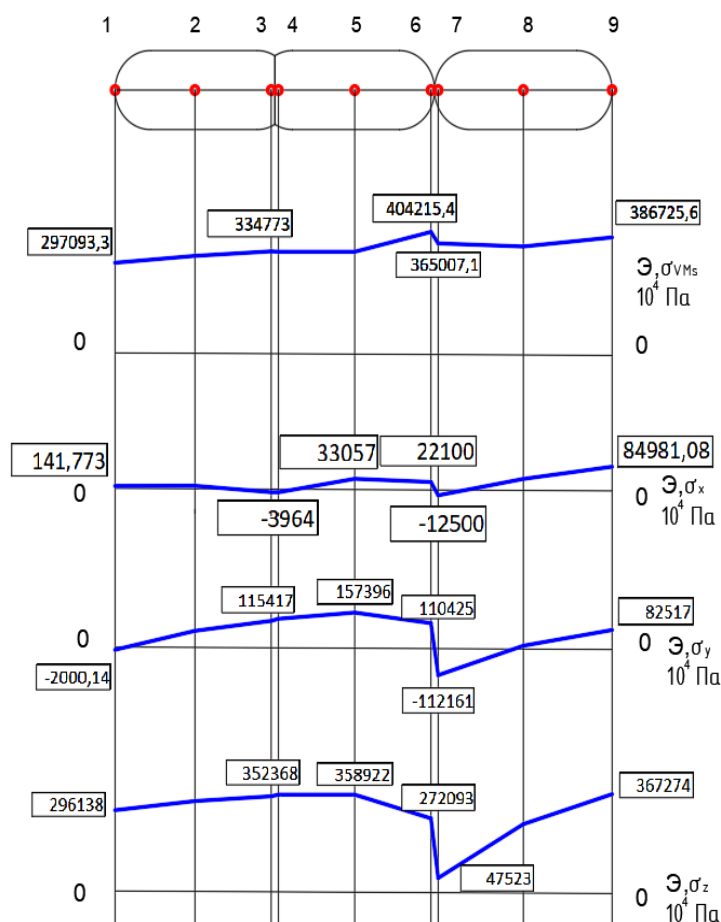


Рис. 10. Эпюры напряжений для второго слоя второго сечения

Анализ параметров напряженного состояния в ячейках нитевидной структуры. Несмотря на то, что наиболее напряженным является материал периметра модели, знание о распределении параметров напряженного состояния в нитевидной структуре тоже необходимо. Они нужны для понимания того, как поведет себя нитевидная структура при потере несущей способности периметра. У шаблона заполнения «линии» структура имеет периодический характер, то есть ее геометрия повторяется по высоте с периодом в два слоя, по длине и ширине с периодом в одну нить и зазор между этой и соседней нитями. Поэтому в пределах двух слоев можно говорить о понятии ячейка. Учитывая периодичность нитевидной структуры, схема ячейки представлена на рис. 11.

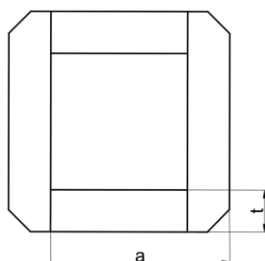


Рис. 11. Геометрические параметры ячейки

Для получения подробной конечно-элементной модели нитевидной структуры внутри объема, была сформирована модель одной ячейки, соответствующей заполнениям в 10 %, 30 %, 50 %. В табл. 2 представлены величины параметров t и a , привязанные к

условной единице.

С учетом геометрии нитевидной структуры, заполняющей внутренний объем модели стержня, работающего на растяжение (см. рис. 4), были сформированы конечно-элементные модели ячеек для указанных в табл. 2 параметров. По результатам их анализа были получены поля эквивалентных напряжений согласно теории прочности Мизеса. Их визуализация на деформированном виде ячеек представлена на рис. 12.

Для всех ячеек принята одинаковая по величине нагрузка 1000 Н. Характер деформирования у них одинаковый. Условный квадрат трансформируется в ромб. У менее жесткой ячейки для заполнения в 10 % относительные деформации больше. Поведение ее нитей между узлами ячейки соответствует поведению стержней в ферменной конструкции. Противоположный характер деформирования у нитей ячейки для заполнения в 50 %. Длина нити между узлами такой ячейки соизмерима с размерами ее поперечного сечения. Значит, в данном случае этот участок нити следует рассматривать как массив. Соответственно теория стержневых элементов силы не имеет. Промежуточное положение занимает ячейка для заполнения в 30 %. Следовательно, в зависимости от допущений нити ячейки можно рассматривать как брусья или как массивы. Математический аппарат анализа параметров напряженного состояния элементов типа «брус» проще, чем математический аппарат анализа массива.

Таблица 2. Соотношения параметров ячейки для разных процентов заполнения

Обозначение параметра	Заполнение 10 %	Заполнение 30 %	Заполнение 50 %
t	0,5	0,5	0,5
a	4,50	1,67	1,0

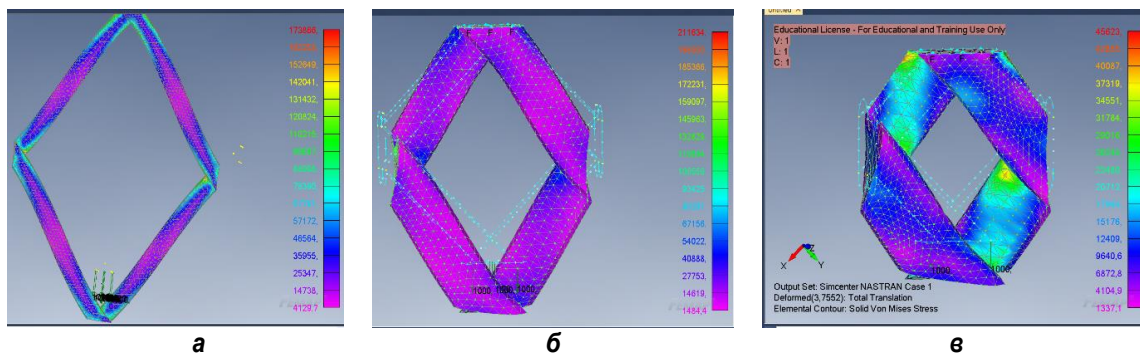


Рис. 12. Модели деформированных ячеек: а – заполнение 10 %; б – заполнение 30 %; в – заполнение 50 %

Таблица 3. Значения характерных параметров для напряженно-деформированного состояния ячейки

Параметр	Заполнение 10 %	Заполнение 30 %	Заполнение 50 %
$\sigma_{M \max}$, МПа	173866	211634	45623
$\sigma_{M \min}$, МПа	4129,7	1484,4	1337,1
Δl	6,36	1,63	0,71

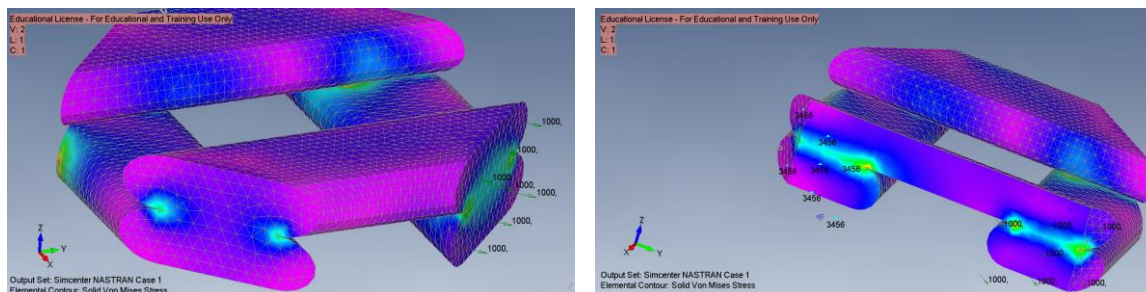


Рис. 13. Изменение эквивалентных напряжений в узле ячейки

Сопоставление линейки цветов и линейки численных значений эквивалентных напряжений показывает, что во всех трех случаях наиболее напряженными являются области сопряжения нитей (см. рис. 12). Самые ненагруженные области по центру участка нитей между узлами ячейки. Значения характерных параметров для напряженно-деформированного состояния ячейки приведены в табл. 3.

Следует отметить, что Δl – это удлинение диагоналей ячеек, приведенное к условной единице в соответствии с табл. 2. Однозначной зависимости между эквивалентными напряжениями для разных ячеек нет, поскольку поведение нитей соответствует разным моделям механики деформируемого тела. О чем было сказано выше.

Инструментарий Femap позволяет увидеть характер распределения напряжений внутри узла ячейки (рис. 13).

Из представленных полей напряжений видно, что концентрация напряжений внутри узла не сокращается. Область концентрации в окрестности границы между нитями. Модель позволяет предположить, что после разрушения периметра разрушение нитевидной структуры будет происходить в областях узлов ячеек.

В ходе работы были построены модели разной степени подробности для оценки параметров напряженного состояния нитевидной структуры для напечатанного по FDM-технологии стержня, работающего на растяжение. По итогам анализа этих моделей сделаны следующие выводы:

- работу с такими моделями можно назвать численным экспериментом, поскольку с помощью инструментария CAE-системы Femap with NX Nastran возможно «снять показания» как с измерительных приборов, из окон интерфейса постпроцессора. Сами модели при этом являются электронными образцами;

- первая модель позволила получить информацию о том, что наиболее нагруженными являются внешние слои напечатанного изделия для заполнения от 50 % и ниже;

- вторая модель показала, что нити структуры внутри объема в зависимости от процента заполнения могут вести себя как стержни и как массивы;

- вторая модель показала, что наиболее нагруженными являются области нитевидной структуры в окрестности узлов ячеек.

Требуется дальнейшее исследование возможностей таких численных экспериментов.

Список источников

1. Nath SD, Nilufar S. An Overview of Additive Manufacturing of Polymers and Associated Composites // Polymers. 2020. Vol. 12(11). <https://doi.org/10.3390/polym12112719>.
2. Озеров А. Высокоэффективные пластики – реальная альтернатива металлам // iQB technologies Режим доступа: <https://blog.iqb.ru/high-performance-polymers/> (дата обращения: 5.11.2023).
3. Raspopina V., Pereyigina A., Shemetov L., Grigorov P. Dependence between the mechanical characteristics of the material and the FDM sample made from this material // Safety in Aviation and Space Technologies. 2022. P. 215–227. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85057-9_181.

4. Kovan V., Tezel T., Camurlu H.E., Topal E.S. Effect of printing parameters on mechanical properties of 3d printed PlaCarbon fibre composites / INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL. 2018. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/348446871_Effect_of_Printing_Parameters_on_Mechanical_Properties_of_3D_Printed_PlaCarbon_Fibre_Composites (дата обращения 10.11.2023).
5. Eknath Bayas, Pramod Kumar, Mahesh Harne. Impact of process parameters on mechanical properties of FDM 3d-printed parts: a comprehensive review // European chemical bulletin. 2023. Режим доступа: https://www.academia.edu/101598331/IMPACT_OF_PROCESS_PARAMETERS_ON_MECHANICAL_PROPERTIES_OF_FDM_3D_PRINTED_PARTS_A_COMPREHENSIVE_REVIEW (дата обращения 10.11.2023).
6. Ракишев А., Доненбаев Б., Джамалудин Х.Р. Исследование механических характеристик FDM деталей (3d-печати): эмпирические и компьютерные методы // Наука и техника Казахстана. 2023. № 3. С. 113–121. Режим доступа: <https://stk.tou.edu.kz/> (дата обращения 10.11.2023).
7. Распопина В.Б., Шеметов Л.И., Стуров А.А. Определение модуля продольной упругости анизотропной FDM-структуры в CAE-среде и с помощью натурного эксперимента // Упрочняющие технологии и покрытия. 2024. Т. 20. № 1(229). С. 8–13. <https://doi.org/10.36652/1813-1336-2024-20-1-8-13>.
8. Денискина Г.Ю. CAD/CAM/CAE-система для изготовления конструкций из волокнистых композиционных материалов методом 3D-печати // Труды МАИ. 2022. № 126. <https://doi.org/10.34759/trd-2022-126-21>.
9. Сутягин А. Н., Колесова В.И. К вопросу о специализированном программном обеспечении, осуществляющем расчеты на основе метода конечных элементов // Вестник РГТА имени П.А. Соловьева. 2022. № 4(63). С. 107–112.
10. Батманов Д., Гуртдурдыев А., Малаева М. Современная оценка прочностных свойств детали с помощью системы APM FEM в КОМПАС-3D: сб. статей Национальной (Всероссийской) науч.-практ. конф. с междунар. участием. В 2-х ч. (г. Оренбург, 22 декабря 2023г.). Оренбург, 2023. С. 28–32.

Информация об авторах / Information about the Authors

Назимова Анжелика Викторовна,
студент,
Институт авиационного машиностроения и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
nazimova-m01@mail.ru

Angelika V. Nazimova,
Student,
Institute of Aviation Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
nazimova-m01@mail.ru

Козлова Екатерина Анатольевна,
студент,
Институт авиационного машиностроения и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
Ekaterina.com.1616@mail.ru

Ekaterina A. Kozlova,
Student,
Institute of Aviation Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
Ekaterina.com.1616@mail.ru

Распопина Вера Борисовна,
к.т.н, доцент,
доцент кафедры самолетостроения
и эксплуатации авиационной техники,
Институт авиационного машиностроения и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
raspopina_vb@ex.istu.edu

Vera B. Raspopina,
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Aircraft,
School of Aircraft Construction,
Mechanical Engineering and Transport,
Engineering and Operation of Aviation Equipment,
Irkutsk National Research Technical University,
83, Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
raspopina_vb@ex.istu.edu

Автоматизация подбора комплектующих для беспилотных летательных аппаратов мультироторного типа

© О.В. Парамонов

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

Аннотация. Работа посвящена проблеме автоматизации подбора совместимых комплектующих для беспилотного летательного аппарата мультироторного типа. В статье предлагается решение на базе информационной системы типа конфигуратор для проектирования дронов. Подбор комплектующих играет важную роль в проектировании. Именно по итогу подбора можно спрогнозировать технические характеристики беспилотного летательного аппарата и визуализировать результаты в выходном техническом задании на сборку. Автоматизация процесса подбора предполагает сокращение времени на разработку дрона. Для выполнения задач, связанных с подбором комплектующих, в статье приводится возможность выбора основных комплектующих элементов беспилотного летательного аппарата мультироторного типа на совместимость при помощи информационной системы типа конфигуратор. Конфигуратор будет полезен при создании прототипов беспилотного летательного аппарата мультироторного типа в исследовательских целях. При этом требования к такой системе должны заключаться в: простоте использования, универсальности, компенсации недостатка знаний в расчете, сокращении времени подбора комплектующих и в полной автоматизации процесса. Визуальная составляющая позволит сравнить получившиеся характеристики и сделать вывод о возможности и перспективах сборки. Актуальность данной системы обусловлена совершенствованием беспилотных летательных аппаратов и возможностью решать комплексные задачи, связанные с созданием новых образцов беспилотных летательных аппаратов.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, беспилотная авиационная система, программное обеспечение, чрезвычайная ситуация

Automation of the selection of components for multi-rotor unmanned aerial vehicles

© Oleg V. Paramonov

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article is devoted to the problem of automating the selection of compatible components for a multirotor type unmanned aerial vehicle. The article proposes a solution based on an information system of the configurator type for designing drones. The selection of components plays an important role in the design. It is based on the result of the selection that it is possible to predict the technical characteristics of the unmanned aerial vehicle and visualize the results in the output technical specification for the assembly. Automation of the selection process involves reducing the time for drone development. To perform tasks related to the selection of components, the article provides the possibility of selecting the main components of an unmanned aerial vehicle – multirotor type for compatibility using an information system of the configurator type. The configurator will be useful when creating prototypes of a multirotor type unmanned aerial vehicle for research purposes. At the same time, the requirements for such a system should be: ease of use, versatility, compensation for the lack of knowledge in calculations, reducing the time for selecting components and fully automating the process. The visual component will allow you to compare the resulting characteristics and draw a conclusion about the feasibility and prospects of the assembly. The relevance of this system is due to the improvement of unmanned aerial vehicles and the ability to solve complex problems associated with the creation of new types of unmanned aerial vehicles.

Keywords: unmanned aerial vehicle, unmanned aircraft system, software, emergency situation

Введение

В настоящее время для решения задач разного уровня стали популярны беспилотные авиационные системы (БАС). Активный период развития беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) приходится на последние

20 лет вследствие научно-технического прогресса и удешевления производства электронных компонентов.

Основные сферы применения БЛА на сегодня – аэрофотосъемка, геодезия и картография, поисково-мониторинговые задачи, достав-

ка грузов, горнодобывающая промышленность, научные исследования, кинематография, спортивные мероприятия и световые шоу. В связи с ростом рынка беспилотной авиации и техники направление БПЛА мультироторного типа становится все более популярным с каждым годом, что в свою очередь вызывает спрос на инженеров, разработчиков и эксплуатантов беспилотных авиационных систем.

БПЛА активно используются как в России, так и за рубежом. В связи с относительной новизной направления мультироторных систем, а также высокими требованиями по эксплуатации, становятся очевидными проблемы надежности подобных систем, а также дефицит кадров в данной сфере. При этом, несмотря на ужесточение законов и нормативно-правовых актов, связанных с применением БПЛА, их востребованность остается высокой. Появляются новые разработчики и технологии, улучшающие работоспособность, летные качества и эксплуатационные возможности систем. В связи с широким спектром задач на текущий момент создается множество различных видов беспилотной авиационной техники, среди которых основными являются мультироторные системы, БПЛА самолетного и вертолетного типов, а также конвертопланы.

Мультироторные системы стали наиболее ярким представителем всего семейства БПЛА, несмотря на то, что появились относительно недавно. Характерной особенностью данного вида является минимальная механизация, невысокая стоимость, простота в использовании и обучении. Этот вид БПЛА представлен как игрушечными моделями, так и действующими прототипами аэротакси (с дорогим оборудованием).

Среди всех видов БПЛА самыми популярными являются мультироторные системы вида квадрокоптер из-за невысокой стоимости и простоты изготовления, данное решение можно встретить практически повсеместно.

Сейчас возможности БПЛА многократно выросли. На примере различного сочетания бортового оборудования и системы видеопередачи и сканирования дрона могут создавать

3D-модели объектов в таких программах, как Agisoft Metashape Professional и OpenDroneMap¹.

Еще одно популярное сочетание бортового оборудования – связка полетного контроллера с одноплатным компьютером, например, с линейкой Raspberry Pi. Такое сочетание позволяет добиться как более продвинутой функций полетного контроллера за счет специального программного обеспечения (ПО) (автопилот +), так и работы с системой видеопередачи, которая может образовывать платформу для машинного обучения. Например, OpenCV, TensorFlow и прочие библиотеки для визуального анализа [1].

Среди ПО для наземных станций самые используемые – это приложения DJI, Mission Planner (ArduPilot), QGroundControl (ArduPilot). Два последних обладают очень высоким исследовательским потенциалом, т. к. гибкий программный комплекс ArduPilot позволяет произвести настройку всевозможных параметров (а их около 1000). И при этом есть возможность присоединиться с помощью бортового оборудования к полетному контроллеру через протокол MAVLink².

Проблема

На сегодняшний день рынок БПЛА активно развивается, проводится внедрение летательных аппаратов данного типа в различные сферы. Постоянно решаются задачи, связанные с комплексным подходом к проектированию новых БПЛА.

Пока для автоматизации процесса сборки БПЛА мультироторного типа не существует информационной системы, которая бы выполняла расчет рекомендуемых параметров, подбор комплектующих и формирование технического задания.

Объектом исследования в статье будет являться сама информационная система проектирования БПЛА. Требованиям к системе будут служить следующие пункты:

– простота использования. Начиная с концепции дрона можно осуществить подбор комплектующих и оформить техническое задание;

¹ Сравнительный анализ Agisoft Metashape Pro и OpenDroneMap // Habr.com. Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/692828/> (дата обращения: 12.12.2023).

² ArduPilot Dev Team System components and Mission Planner // Ardupilot.org. Режим доступа: <https://ardupilot.org/copter/index.html> (дата обращения: 11.12.2023).

- универсальность. Можно подобрать комплектующие для различных задач;
- компенсация недостатка знаний в расчете. Данный алгоритм программы позволяет правильно подобрать комплектующие с необходимой совместимостью;
- сокращение времени подбора комплектующих;
- автоматизация процесса. Все вычисления происходят в электронном виде.

Актуальность данной системы обусловлена развитием БПЛА, необходимостью решения задачи, связанной с комплексным подходом к проектированию новых БПЛА, что в итоге приведет к становлению аэромобильности.

Как утверждают авторы статьи [2], «...в настоящее время около 85 % объема российского рынка БАС сконцентрировано в Москве. Здесь находится большая часть отечественных разработчиков, производителей и эксплуатантов беспилотных авиационных систем. Область применения БАС широка: картография, контроль строительства, мониторинг объектов промышленности и энергетики, аэрофотосъемка и многое другое». Среди отечественных проектов можно выделить аэротакси Hover – тяжелый аппарат мультикоптерного типа, прототип которого испытывали в начале 2021 г.

Объем российского рынка БПЛА составляет 1,5–2 % от мирового. Как отмечают исследователи Аналитического центра «Аэронет», к 2030 г. этот показатель может вырасти до 10 % [3].

О развитии БПЛА в России свидетельствуют специальные законы о регистрации, ограничениях и правилах их использования. Главным критерием развития является доступность БПЛА³. Кроме того, о развитии БПЛА свидетельствуют данные зарубежной аналитической платформы Deloitte Insight (рис. 1) [4].

Для дальнейшего развития гражданского рынка БАС необходима рабочая система проектирования, которая бы упростила расчет и подбор комплектующих для определенных целей.

Если рассмотреть области применения дронов для МЧС, то данный сегмент рынка требует создания российских систем БЛА. Прежде всего потребность связана с защитой населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (ЧС) (предупреждение о ЧС, оповещение и подготовка населения в области защиты от ЧС, спасание и поиск в зонах ЧС, ликвидация). Карта сценариев применения БАС представлена на рис. 2.



Рис. 1. Становление системы аэромобильности

³ Онлайн-курс МАИ «Оператор дрона». Лекция 1. Введение в беспилотную авиацию. Режим доступа: <https://mai.ru/education/dpo/online/drone/> (дата обращения: 23.12.2023).

Рынки / Сценарии применения	Транспортировка	Мониторинг	Распыление	Прочее
Медицина	Доставка анализов, медикаменты	Мониторинг температуры	Дезинфекция	
Пожарная служба	Доставка грузов, инструмента	Мониторинг объектов, команды ЧС, поиск	Ликвидация аварий	Ретрансляция сотовой связи
Горные спасатели	Доставка заряда для профилактики лавин	Мониторинг объектов, поиск		Ретрансляция сотовой связи
Спасение на воде	Доставка средств спасения, связи	Мониторинг объектов, поиск		Ретрансляция сотовой связи
Общественная безопасность	Доставка грузов	Мониторинг маршрутов, объектов логистики		Ретрансляция / глушение связи, сирена
Радиационная защита	Доставка проб	Картографирование, мониторинг зоны ЧС	Радиац-химические работы	

Рис. 2. Сценарии применения беспилотной авиационной системы в России

Как следует из рисунка, на сегодняшний день отрасль готова к выстраиванию рабочих инфраструктур на основе данных БАС.

Один из перспективных сценариев применения БАС представлен на рис. 3.

Российский БЛА сходен по применяемым средствам пожаротушения с китайским, но имеет несколько большие возможности при тушении небольших возгораний в труднодоступных местах, где невозможно применение другой пожарной техники. [5]

Помимо непосредственного тушения, БПЛА могут обнаруживать возгорания и пожары, обеспечивая наблюдение, тем самым сокращая время реагирования.

В качестве примера можно привести и использование БПЛА в экстренных ситуациях, когда необходимо доставить медицинские препараты и оборудование (в частности дефибриллятор).

Данный рынок остро нуждается в наращивании темпов внедрения БПЛА. В силу специфики МЧС выдвигает специальные требования не только к конструкции БПЛА и его характеристикам, но и к самой системе взаимодействия человека и дрона.

Автор научной статьи [6] полагает, что «По результатам опыта применения БАС можно сделать вывод, что они являются одним из самых эффективных инструментов дистанционной разведки для получения объективной информации в реальном масштабе времени и позволяют грамотно организовывать мероприятия по предупреждению и ликвидации последствий ЧС, оперативно реагировать на изменения обстановки, что в конечном результате отражается на эффективности, качестве и своевременности выполнения подразделениями МЧС России поставленных задач».

Сценарии применения

Рынок Противопожарная служба
Сценарий: Тушение

Проблема:
Доступ команды пожарных к удаленным очагам возгорания может быть затруднен высотными условиями или обрушением конструкций. Ежегодно травмируются более 70 тыс. пожарных, погибают 200–250 пожарных

Результат:

Замещение пожарных на сложных участках на первом этапе тушения пожара

Внешние условия:

Высотный пожар
Обрушения конструкций на большой площади

Решение:

WK-1900 выполняет функции дальнобойного и высотного пожаротушения за пределами визуального диапазона



Рис. 3. Сценарий применения беспилотной авиационной системы при тушении пожаров

Уже в очень скором будущем беспилотная авиация займет первое и главное место по сравнению с пилотируемой. Это можно объяснить тем, что при использовании беспилотников не требуются людские ресурсы, а, следовательно, никто не подвергает свою жизнь опасности. У беспилотников очень широкий спектр применения в оборонной промышленности, в сфере обеспечения безопасности, здравоохранения, развлечения и многое другое [7].

Автор статьи [8] отмечает, что БПЛА могут применяться в тех задачах, которые не может выполнить техника, управляемая человеком (в силу экологических причин, перегрузок, температур, различного вида излучения, в т. ч. радиоактивного, продолжительности выполнения задания и т. д.). Так, по сообщениям военных экспертов, США планирует полностью заменить к середине XXI века боевые пилотируемые летательные аппараты на беспилотные авиационные комплексы (БАК), которые будут снабжены высокоинтеллектуальными компьютерными системами управления, способными обеспечивать функционирование и выполнение задания для группировки БАК в случае потери любого количества БПЛА. Таким образом, в настоящее время становится особо актуальным вопрос об особенностях проектирования и разработки подобных беспилотных авиационных систем.

Решение

Предполагается, что информационная система проектирования БПЛА мультироторного типа позволит сделать более доступным и удобным способ создания дрона по предложенной конфигурации в рамках заданной концепции.

Под доступностью в данном случае стоит понимать сам способ подбора комплектующих с помощью конфигуратора. Это позволит компенсировать недостаток знаний в совместимости некоторых элементов. Удобность же метода подбора заключается в формировании технического задания в электронном виде.

Рассмотрим информационную систему проектирования БПЛА, которая включает в себя:

- концепцию дрона (для каких целей он будет использоваться);

- расчет рекомендуемых параметров и подбор комплектующих в конфигураторе;
- техническое задание.

Концепция дрона – это сформулированное заказчиком целевое использование дрона, в том числе его предполагаемые возможности, габариты и грузоподъемность. Концепция дрона представляет собой оформленный документ, который должен отражать следующие данные:

- цель сборки;
- предполагаемые параметры сборки (грузоподъемность, габариты рамы, дальность).

В расчете рекомендуемых параметров указываются начальные данные, которые вытекают из концепции дрона и его предполагаемых возможностей. Далее происходит подбор комплектующих путем просчета системы на совместимость элементов в конфигураторе. После подбора всех комплектующих мы можем перейти к формированию технического задания для покупки/сборки. Техническое задание – совокупность всех технических элементов, подобранных конфигуратором, с указанием полученных параметров сборки дрона. Основными техническими параметрами являются:

1. Габариты. Длина и высота изделия влияют на размер двигателей и винтов и, следовательно, на максимальную скорость, скорость подъема и снижения аппарата.

2. Аккумулятор. Измеряется емкость батареи в мА/ч. Чем выше показатель, тем дольше дрон летает на одном заряде.

3. Радиус действия. Диаметр, в пределах которого сможет летать дрон.

4. Частота передатчика/приемника. Влияет на качество приема и передачи сигнала:

- 900 Mhz. Плюс этой частоты заключается в том, что сигнал с легкостью проходит сквозь деревья, сочетается с аппаратурой, работающей на 2,4 Ghz;

- 1,2 Ghz. Работающие на этой частоте дроны преодолевают большие дистанции, а сигнал легко проходит через твердые предметы;

- 2,4 Ghz. Сигнал хуже проходит через твердые предметы, но дрон может летать на дальние дистанции на этой частоте.

5. Вес. Он влияет на управляемость, т. е. способность аппарата сопротивляться ветру.

Напрямую зависит от габаритов конструкции.

6. Разрешение камеры. Влияет на детализацию картинки. При низком разрешении не получится ухватить много объектов и развернуть их на широкоформатном экране. Иногда качество съемки у камер, снимающих в низком разрешении, лучше. К базовым факторам, влияющим на качество видео, относят оптику, оптическую стабилизацию, размер матрицы [9].

Безусловно, все эти параметры важны, но в техническом задании для понимания возможностей дрона следует использовать расширенный набор технических параметров:

- время полета (с полезной нагрузкой и без);
- время висения (с полезной нагрузкой и без);
- скорость полета;
- максимальная дальность связи и полета;
- габариты;
- высота полета.

По данным статьи, взятой с сайта MForum.ru⁴, сюда же можно отнести тип и число двигателей, типы сенсоров и бортовых устройств, каналы управления, степень защиты от окружающей среды (защита от попадания воды при посадке на воду, наличие или отсутствие механической защиты винтов, корпуса от соударения со зданиями, от повреждений при аварийной посадке).

В общем доступе существуют ряд интернет-ресурсов о дронах:

- Dronecode.org – проект свободной плат-

формы с открытым исходным кодом для БПЛА;

- Ecalc.ch – англоязычный сайт-калькулятор для проектирования дронов;

- Dronomania.ru – русскоязычный онлайн-журнал о дронах [10].

Заключение

Автоматизация подбора комплектующих для БПЛА мультироторного типа позволит сделать более доступным и удобным способ создания дрона по предложенной конфигурации в рамках заданной концепции. Конфигуратор будет полезен в опытно-конструкторских работах и в разработке прототипов со специфическими требованиями. Данная система позволит сократить время подбора, а также избежать человеческого фактора при выборе комплектующих. Использование данного решения позволит систематизировать и классифицировать элементы сборки.

Применение модульной системы комплектующих способствует большей ремонтопригодности и взаимозаменяемости при модернизации БПЛА. Система на базе конфигуратора позволит проводить расчет параметров при замене определенных комплектующих, а также вводить актуальные данные об элементах для последующих сборок.

В техническом задании возможно отразить основные параметры сборки, а также список самих комплектующих. Существует возможность внедрения прогноза дальности связи и времени работы LiPo батареи.

Список источников

1. Caleb Bergquist. Raspberry Pi Drone // Drone dojo. 2021. Режим доступа: <https://dojofordrones.com/raspberry-pi-drone/> (дата обращения: 28.03.2019).
2. Далина Е.А., Солдатова А.Е. Беспилотное будущее // Облако. 2022. Режим доступа: <https://oblako.mai.ru/articles/item.php?ID=168400&referer=https%3A%2F%2Fya.ru%2F> (дата обращения: 26.12.2023).
3. Просвирина Н.В. Анализ и перспективы развития беспилотных летательных аппаратов // Московский экономический журнал. 2021. № 10. Режим доступа: <https://qje.su/stati/arhiv/> (дата обращения: 15.12.2023).
4. Coykendall J., Metcalfe M., Aijaz Hussain, Dronamraju T. Advanced air mobility // Deloitte Insight. 2021. Режим доступа: <https://www.readkong.com/page/advanced-air-mobility-disrupting-the-future-of-mobility-1505491> (дата обращения: 15.12.2023).
5. Картеничев А.Ю., Е.В. Панфилова Е.В. Технологии тушения пожаров с использованием беспилотных летательных аппаратов // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2019. № 1 (10). С. 149–152.
6. Картеничев А.Ю. Актуальные направления применения технологий использования беспилотных авиационных систем при решении задач МЧС России // Перспективы развития и применения комплексов с беспилотными летательными аппаратами: сб. докладов и статей по материалам II науч.-практ. конф. (г. Коломна, 2017 г.). Коломна, 2017. С. 218–224.

⁴ Классификация дронов (летающих) // MForum.ru. Режим доступа: <http://www.mforum.ru/news/article/113492.htm?ysclid=loskxm5kp2158368470> (дата обращения: 31.12.2023).

7. Федосеева Н.А., Загвоздкин М.В. Перспективные области применения беспилотных летательных аппаратов // Научный журнал. 2017. № 9 (22). С. 26–29. Режим доступа: <https://scientificmagazine.ru/layout/arkhiv-zhurnala.html> (дата обращения: 20.12.2023).
8. Каримов А.Х. Особенности проектирования беспилотных авиационных систем нового поколения // Труды МАИ. 2011. № 47. 6 с. Режим доступа: <https://trudymai.ru/published.php?ID=26769> (дата обращения: 22.12.2023).
9. Адамов А.П., Адамова А.А., Герасимов Н.В. Анализ эксплуатации мультикоптеров с позиции надежности и безопасности // Надежность и качество сложных систем. 2017. № 3 (19). С. 86–93. <https://doi.org/10.21685/2307-4205-2017-3-13>.
10. Штаев Д.В. Анализ технологии управления беспилотными летательными аппаратами // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2019. Т. 11. № 2-11. С. 113–119. <https://doi.org/10.24866/VVSU/2073-3984/2019-2/113-119>.

Информация об авторе / Information about the Author

Парамонов Олег Владимирович,
магистрант,
Институт информационных технологий
и анализа данных,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
varanov2012@mail.ru

Oleg V. Paramonov,
Master's Student,
Institute of Information Technology
and Data Analysis,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
varanov2012@mail.ru

Конструирование нейронной сети для диагностирования патологических изменений на рентгенологических снимках легких

© Д.М. Богидаяев, И.А. Ковригина

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

Аннотация. В данной статье представлен способ конструирования модели для диагностирования патологических изменений на рентгенологических снимках легких. Отмечено, что внедрение нейросетевой модели будет служить помощником врачей для более быстрого и точного постановления диагноза. Для реализации сбалансированной задачи бинарной классификации входные данные были разделены на 700 изображений для каждого класса. Предлагается конструирование небольшой модели с количеством параметров, не превышавших 1000000, и со способностью к обобщению превышающее значение случайного классификатора в 50 %. Сконструированная небольшая модель получила способность к обобщению, с точностью классификации поступающих данных в 92 %. Для улучшения точности модели использовался метод обогащения входных данных. Обогащение данных происходило только на этапе проверки, тестовые данные оставались без изменения. В качестве дополнительного улучшения модели использовался слой прореживания Dropout. Отмечено, что обогащение данных не генерирует абсолютно новые данные, а лишь изменяет изначальные изображения. В ходе улучшений, сконструированная модель смогла превысить первоначальную точность. Способность обобщения и точной улучшенной модели составила 93,8 %. Рассматриваются дополнительные методы для улучшения способности обобщения модели, а также собираются дополнительные данные для увеличения точности модели.

Ключевые слова: бинарная классификация, сверточный слой, обогащение данных, функциональный API

Neural network design for diagnosing pathological changes on X-ray images lung

© Dmitriy M. Bogidaev, Inessa A. Kovrigina

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article presents a method for constructing a model for diagnosing pathological changes in X-ray images of the lungs. The article notes that the introduction of a neural network model will serve as an assistant to doctors for a faster and more accurate diagnosis. To implement a balanced binary classification task, the input data was divided into 700 images for each class. It is proposed to construct a small model with a number of parameters not exceeding 1,000,000 and with a generalization ability exceeding the value of a random classifier of 50%. The constructed small model gained the ability to generalize, with an accuracy of classification of incoming data of 92%. To improve the accuracy of the model, the input data enrichment method was used. Data enrichment occurred only at the verification stage; the test data remained unchanged. As an additional improvement to the model, a Dropout thinning layer was used. It is noted that data enrichment does not generate completely new data, but only changes the original images. With improvements, the constructed model was able to exceed the original accuracy. The generalization and accurate ability of the improved model was 93.8%. The article discusses additional methods to improve the generalization ability of the model, and collects additional data to increase the accuracy of the model

Keywords: binary classification, convolutional layer, data enrichment, functional API

С каждым годом человечество приближается к эпохе, когда искусственный интеллект будет полезен во всех сферах человеческой деятельности – в науке, медицине, производстве, энергетике, транспорте, сельском хозяйстве и даже в художественном творчестве.

Медицина, как одна из сфер применения искусственного интеллекта, используется для лечения и постановки диагноза [1]. В настоя-

щее время заболевание легких возможно лечить, однако требуется точно поставленный диагноз. Во многих странах имеются рентгеновские аппараты, но часто отсутствует радиологическая экспертиза для точной оценки изображений. Помощником для врача в этом случае может служить искусственный интеллект, который способен быстро и точно поставить диагноз [2].

Для обучения был использован датасет из 4200 рентгеновских изображений. Изображения имели 3500 снимков здоровых легких и 700 с аномалиями. Датасет имел несбалансированность классов и для устранения данной проблемы был пересобран [3–5]. Разделенный датасет состоит из 700 снимков здоровых легких и 700 с аномалиями [6].

Для разделения датасета на обучающую, валидационную и тестовую выборку была использована функция `image_dataset_from_directory`. Разделение было следующим:

- 350 изображений для обучающего набора данных;
- 150 изображений для валидационного набора данных;
- 200 изображений для тестовых данных.

В сбалансированной задаче бинарной классификации базовым уровнем может быть случайный классификатор, который даст точ-

ность на проверочных данных в 50 %. Базовым уровнем в задаче классификации рентгеновских снимков необходимо считать сконструированную модель, превышающую точность случайного классификатора. Количество параметров сконструированной сети не должно превышать 1000000.

Сверточная нейронная сеть была организована как стек из чередующихся слоев Conv2D и MaxPooling2D (рис. 1).

Основу сети составляют четыре сверточных слоя с функцией активации `relu` и три слоя MaxPooling [7]. Сконструированная сеть имеет хорошую емкость модели и обеспечивает достаточное снижение размеров карт признаков. Вход модели имеет размер 180×180 с глубиной карт признаков равной трем для подачи цветных изображений. Конечная карта признаков имеет размер 7×7 с глубиной карт 256.

Model: "model"

Layer (type)	Output Shape	Param #
input_1 (InputLayer)	[(None, 180, 180, 3)]	0
rescaling (Rescaling)	(None, 180, 180, 3)	0
conv2d (Conv2D)	(None, 178, 178, 32)	896
max_pooling2d (MaxPooling2D)	(None, 89, 89, 32)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 87, 87, 64)	18496
max_pooling2d_1 (MaxPooling2D)	(None, 43, 43, 64)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 41, 41, 128)	73856
max_pooling2d_2 (MaxPooling2D)	(None, 20, 20, 128)	0
conv2d_3 (Conv2D)	(None, 18, 18, 256)	295168
max_pooling2d_3 (MaxPooling2D)	(None, 9, 9, 256)	0
conv2d_4 (Conv2D)	(None, 7, 7, 256)	590080
flatten (Flatten)	(None, 12544)	0
dense (Dense)	(None, 1)	12545
Total params: 991041 (3.78 MB)		
Trainable params: 991041 (3.78 MB)		
Non-trainable params: 0 (0.00 Byte)		

Рис. 1. Сконструированная модель нейронной сети

Задача состоит в разделении данных на две категории: норма и патология. Данная задача классифицируется как бинарная классификация, в результате последний слой состоит из одного нейрона с функцией активации sigmoid.

Данная модель отличается от большинства построенных как последовательная модель Sequential [8]. Модель создана на функциональном API, ориентированном на архитектуру в виде графов.

Модель начинается со слоя Rescaling для преобразования входных данных [0,255] в нормальный диапазон [0,1]. В качестве метрики модели используется accuracy.

Для сохранения лучшей модели во время обучения используется обратный вызов ModelCheckpoint. Файл сохраняется по лучшему значению метрики val_loss.

Модель обучалась на 30 эпохах, наилучшим значением по отслеживаемой метрике является val_loss = 0,0819 (рис. 2).

Для проверки на тестовых данных используется наилучшая сохраненная модель. В результате тестирования, сконструированная модель получила точность в 92 %.

Некоторые датасеты с тестовыми данными на 100 образцов можно квалифицировать как маленькие наборы данных. В небольших датасетах оценка при проверке может сильно варьироваться в зависимости от образцов данных, которые попадут в проверочный набор и тестовые.

Для точной проверки на небольших объемах данных, лучшей практикой станет применение перекрестной проверки по K блокам.

Исходные данные насчитывают 1400 изо-

бражений и альтернативным решением для улучшения качества модели является обогащение данных.

Основная идея обогащения данных состоит в увеличении количества изображений из имеющихся данных [9]. При обогащении данных, модель на этапе обучения никогда не увидит одинаковые изображения дважды. Данный метод поможет модели достичь лучшей способности обобщать поступающие данные [10].

Для обогащения данных использовались три функции:

- RandomFlip ('horizontal');
- RandomRotation (0.1);
- RandomZoom (0.2).

Хоть модель и не увидит одно и то же изображение дважды, стоит отметить, что обогащенные и входные данные по-прежнему тесно связаны. Обогащение данных подразумевает не генерацию абсолютно новых данных, а повтор и изменение входного датасета. Стоит отметить, что обогащение данных случайными преобразованиями неактивно во время этапа тестирования.

Для уменьшения эффекта переобучения в модели был добавлен слой Dropout, для прореживания данных.

Для сохранения лучшей модели во время обучения отслеживание сосредоточено на значении метрики val_loss.

Модель обучалась на 100 эпохах, наилучшим значением по отслеживаемой метрике является val_loss = 0,0722.

Для проверки на тестовых данных используется наилучшая сохраненная модель. В результате тестирования, сконструированная модель получила точность в 93,8 %.

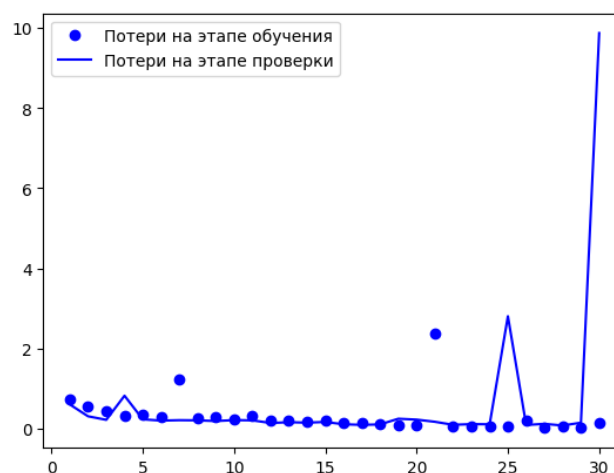


Рис. 2. Потери на этапах обучения и проверки

В ходе конструирования нейросетевой модели было реализовано несколько подходов для классификации входных данных на нормальные изображения легких и с аномалиями. Несмотря на небольшое количество изображений первая модель смогла классифицировать данные с точностью 92 %. Последующее улучшение модели с использованием

метода обогащения данных и добавления слоя прореживания позволило превысить точность классификации входных данных до 93,8 %. В дальнейшем планируется улучшение способности обобщения модели посредством сбора дополнительных изображений для увеличения объема датасета, а также использования слоев для нормализации данных.

Список источников

1. Германов Н.С. Концепция ответственного искусственного интеллекта – будущее искусственного интеллекта в медицине // Digital Diagnostics. 2023. Т. 4. № 1S. С. 27–29. <https://doi.org/10.17816/DD430334>.
2. Фартушнов Н.С., Мезенцева Е.М. Применение искусственного интеллекта в медицине // Теория и практика современной науки. 2017. № 11 (29). С. 358–360. Режим доступа: <https://www.modern-j.ru/arhiv-nomerov> (дата обращения: 16.01.2024).
3. Никулин В.Н., Канищев И.С., Багаев И.В., Методы балансировки и нормализации данных для улучшения качества классификации // Компьютерные инструменты в образовании. 2016. № 3. С. 16–24. Режим доступа: <http://cte.eltech.ru/ojs/index.php/kio/article/view/1398> (дата обращения: 16.01.2024).
4. Манов М.В. Алгоритм обработки исходных изображений в системе автоматизированного анализа флюорографических снимков // Актуальные проблемы науки в студенческих исследованиях: сб. материалов VIII Всеросс. студенческой науч.-практ. конф. (г. Альметьевск, 21–22 ноября 2018 г.). Альметьевск, 2018. С. 283–285.
5. Бородин Н.А. Подготовка набора данных для решения задачи классификации рентгеновских изображений // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. 2021. № 1-1. С. 70–73.
6. Харлов В.В. Применение нейронных сетей для распознавания туберкулеза по флюорографии // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сб. статей XXIX Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. (г. Пенза, 15 декабря 2019 г.). Пенза, 2019. Ч. 1. С. 13–19.
7. Толкачев А.Ю., Кулеев Р.Ф. Об опыте применения технологий искусственного интеллекта для автоматического распознавания рентгеновских изображений органов грудной полости // Цифровое здравоохранение. Труды XX Междунар. конгресса «Информационные технологии в медицине» (г. Москва, 10–11 октября 2019 г.). Москва, 2019. С. 18–22.
8. Ибрагимов Б.А. Разработка новых математических методов и алгоритмов анализа рентгеновских изображений органов грудной полости для автоматизации диагностики заболеваний легких с помощью решения задачи классификации изображений с высокой внутриклассовой и низкой межклассовой дисперсией // НИР: грант № 18-71-10072. Российский научный фонд. 2018.
9. Ляпин А.А., Мельников М.А. Влияние аугментации набора данных сверточных нейронных сетей на точность классификации // Вопросы устойчивого развития общества. 2022. № 8. С. 869–874. <https://doi.org/10.34755/IROK.2022.78.96.077>.
10. Карпов А.В., Козик В.И., Неженко Е.С., Шварц Я.Ш. О влиянии качества баз данных рентгеновских снимков больных туберкулезом на диагностику болезни // Автометрия. 2022. Т. 58. № 5. С. 67–74.

Информация об авторах / Information about the Authors

Богйдаев Дмитрий Михайлович,
магистрант,
Институт информационных технологий
и анализа данных,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
dima.bogidaev@mail.ru

Dmitry M. Bogidaev,
Master's Student,
Institute of Information Technology
and Data Analysis,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
dima.bogidaev@mail.ru

Ковригина Инесса Анатольевна,
к.и.н., доцент,
доцент кафедры истории и философии,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
inessakovrigina@gmail.com

Inessa A. Kovrigina,
Cand. Sci. (History), Associate Professor,
Associate Professor, History and Philosophy Department,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
inessakovrigina@gmail.com

Применение современных методов медицинской визуализации для выявления и диагностирования опухолей

© П.А. Перерва, С.В. Григорьев

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

Аннотация. В данной статье рассматриваются различные аспекты медицинской визуализации с использованием современных технологий. Подчеркивается актуальность и перспективность медицинской визуализации в диагностировании и лечении опухолей, анализируются примеры визуализации опухолей с использованием поверхностного и объемного рендеринга, алгоритма стрекозы и метода уровня множества. Рассматривается применение виртуальной реальности в медицинском образовании и в визуализации сердечно-сосудистых патологий, а также алгоритма Geodesic Active Contour на основе Additive Operator Splitting для обработки 2D-изображений магнитно-резонансной томографии, использование моделей Image Manifold и Volume Estimation для преобразования 2D-изображений в 3D. В завершение подчеркиваются общие выводы исследованных методов, обсуждаются перспективы для дальнейшего развития медицинской визуализации, включая использование искусственного интеллекта для распознавания и классификации опухолей. В целом данная работа представляет собой обзор текущего состояния исследований в области медицинской визуализации и может быть полезна для специалистов в области медицинской визуализации, а также для студентов и преподавателей, интересующихся данной темой.

Ключевые слова: медицинская визуализация, опухоль, рендеринг, алгоритм, виртуальная реальность

Application of modern medical imaging techniques for the detection and diagnosis of tumors

© Pavel A. Pererva, Stanislav V. Grigorev

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. This article examines various aspects of medical imaging using modern technologies. It emphasizes the relevance and potential of medical imaging in diagnosing and treating tumors, and analyzes examples of tumor visualization using surface and volume rendering, the dragonfly algorithm, and the level set method. It also considers the application of virtual reality in medical education and in the visualization of cardiovascular pathologies. In addition, the article explores the use of the Geodesic Active Contour based on Additive Operator Splitting algorithm for processing 2D images of magnetic resonance imaging, and the use of the Image Manifold and Volume Estimation models for converting 2D images into 3D. Finally, it highlights the general conclusions of the researched methods, and discusses the prospects for further development of medical imaging, including the use of artificial intelligence for recognizing and classifying tumors. Overall, this work presents an overview of the current state of research in the field of medical imaging and can be useful for specialists in the field of medical imaging, as well as for students and teachers interested in this topic.

Keywords: medical visualization, tumor, rendering, algorithm, virtual reality

Введение

Применение медицинской визуализации является одним из востребованных методов диагностики и выявления опухолей. Кроме того, визуализация используется в исследованиях опухолей, что способствует разработке лекарственных средств. Это отражает актуальность данной проблемы в современной медицине [1, 2]. Проблема характеризуется тем, что опухоли часто имеют длительный бессимптомный период роста, а клинические проявления часто возникают только при их больших размерах [3, 4]. Так, например, на

сайте Всемирной организации здравоохранения говорится о том, что рак является одной из ведущих причин смерти в мире [5], поэтому разработки и исследования в данном направлении являются весьма актуальными.

Выявление и первичная диагностика опухолей помогает понять механизмы их возникновения и развития, что ускоряет разработку новейших и эффективных методов диагностики и лечения [6].

Опухоли обладают сложной и динамичной структурой. С биологической точки зрения они состоят из различных типов клеток, которые

взаимодействуют друг с другом и с другими «нормальными» клетками. Эти взаимодействия определяют характер и скорость роста опухоли, ее способность к метастазированию и резистентности к лечению [7].

В отличие от традиционных методов, современные технологии визуализации опухолей обеспечивают высокое качество изображений и трехмерную интерактивность [8, 9]. Также в некоторых случаях, помимо анатомической, предоставляется функциональная и молекулярная информация, что важно для понимания природы опухоли и выбора метода терапии [10].

Компьютерные игровые движки реализуют возможность визуализации, что позволяет создавать детализированные изображения и взаимодействовать с ними в режиме реального времени, что делает их подходящим инструментом для исследования опухолей [11].

Целью исследования, описываемого в данной статье, является анализ различных аспектов медицинской визуализации. Также рассмотрена возможность использования игрового движка в контексте медицинской визуализации. Это поможет углубить понимание текущего состояния исследований в этой области и определить возможные направления для дальнейшего развития. Для достижения поставленной цели проанализированы следующие аспекты:

1. Применение алгоритма Geodesic Active Contour на основе Additive Operator Splitting (GAC-AOS) для обработки 2D-изображений магнитно-резонансной томографии (МРТ).

2. Использование моделей Image Manifold (IM) и Volume Estimation (VE) для преобразования 2D-изображений в 3D.

3. Сравнение Image Manifold (IM) и Volume Estimation (VE) моделей.

4. Применение поверхностного и объемного рендеринга для визуализации 3D-изображений опухолей.

5. Использование алгоритма стрекозы (Dragonfly, DA) для сегментации опухолей мозга из изображений МРТ.

6. Применение виртуальной реальности (VR) в медицинском образовании, в частности, в визуализации сердечно-сосудистых патологий.

Для решения поставленных задач использовался аналитический метод.

Визуализация 3D-объема и GAC-AOS алгоритм

Первая рассмотренная нами статья [12] описывает математические модели для 3D-визуализации изображений опухолей. Авторы исследования пишут о трех фазах моделирования для визуализации 3D-объема.

Первая фаза. Эта фаза включает преобразование 2D-сигналов, получаемых из медицинского оборудования, в 2D-изображение с выделением «области интереса» с помощью модели Geodesic Active Contour (GAC) на основе Additive Operator Splitting (AOS). GAC – метод сегментации изображений, использующий дифференциальные уравнения, а AOS – численный метод для их решения. Предлагается следующая блок-схема GAC-AOS алгоритма, который использует 2D-изображения из МРТ (рис. 1).

Для того чтобы кратко описать обнаружение границы опухоли на изображении МРТ (рис. 2), воспользуемся блок-схемой, представленной на рис. 1:

- 1) выбор 2D-МРТ изображения (рис. 2, а);
- 2) «обрезка» лишнего вокруг опухоли (рис. 2, б);

- 3) используя MATLAB выполнить несколько итераций GAC-AOS для визуализации границ в 2D-изображении (рис. 2, в).

Вторая фаза. Эта фаза включает преобразование 2D-изображений в 3D с помощью моделей IM и VE.

Для построения 3D-изображений в модели IM выбираются 2D-изображения трех видов: вид спереди, сбоку и сверху. В то время как для построения 3D-изображений в модели VE достаточно «несколько слоев одного вида» в известных координатах (рис. 3).

После во второй фазе рассчитывается объем опухоли по формуле:

$$V = \sum_{i=1}^n v_i,$$

где n – количество срезов контура опухоли; v_i – объем зоны между сегментами среза, которая рассчитывается по формуле объема трапеции:

$$v_i = \frac{1}{3} D (A_1 + \sqrt{A_1 A_2} + A_2), \quad i = 1, 2, 3, \dots, n,$$

где i – количество контуров; D – расстояние между двумя контурами опухоли; A_1 – площадь контура в i -м срезе; A_2 – площадь контура опухоли в срезе $i+1$ [12].

Третья фаза. Эта фаза включает визуализацию 3D-изображения. В этой фазе сравниваются VE и IM модели, опираясь на время построения и среднеквадратичную ошибку

(полученную при сравнении численного анализа двух моделей).

Изображения, полученные в исследовании, показаны на рис. 4.

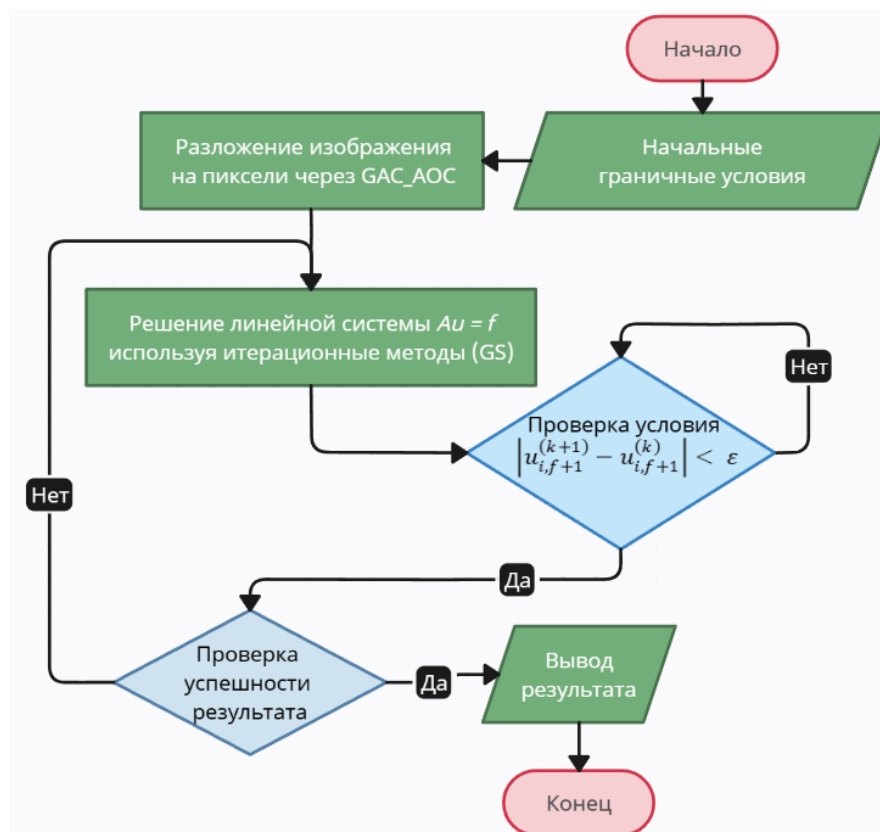


Рис. 1. Блок-схема GAC-AOS алгоритма, который использует 2D-MPT изображения

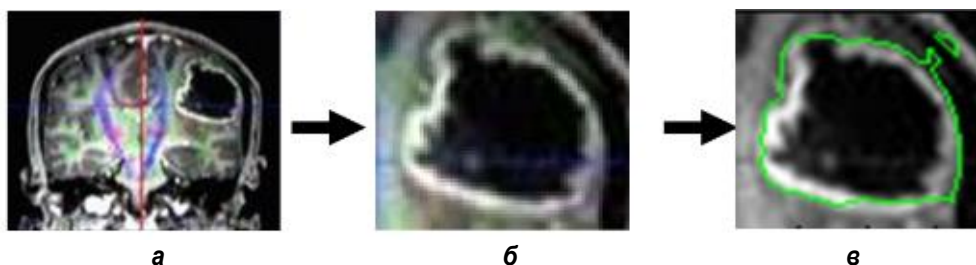


Рис. 2. Три этапа процесса обнаружения границ опухоли с использованием алгоритма:
а – выбор изображения; б – обрезка области опухоли;
в – получение итогового изображения с выделенными краями

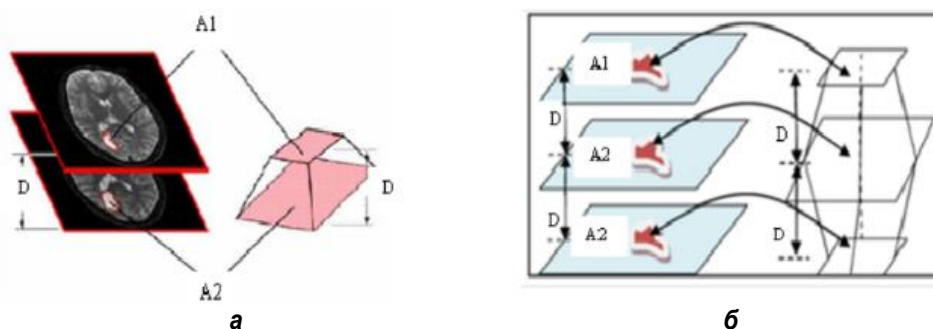
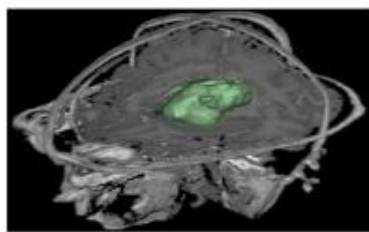
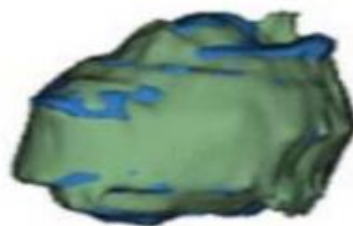


Рис. 3. Демонстрация модели VE: а – два контура опухоли головного мозга;
б – три контура опухоли головного мозга



а



б

Рис. 4. 3D-визуализации опухоли, полученные с помощью IM (а) и VE модели (б)

Авторы пришли к следующим результатам: IM лучше, чем VE с точки зрения обнаружения границ опухоли. В то же время, VE лучше, чем IM с точки зрения вычисления объема. Также VE быстрее модели IM для оценки объема роста опухоли [12].

Поверхностный и объемный рендеринги

Вторая рассмотренная нами тема – два типа рендеринга в медицинской визуализации: поверхностный и объемный. Рассмотрим их на примере статьи «Обнаружение 3D-опухолей с использованием поверхностного и объемного рендеринга» за авторством Судха Рани опубликованной на ResearchGate. В этой публикации исследуется применение 3D-визуализации для обнаружения опухолей [13]. Расчет площади и объема опухоли авторы производили с помощью пороговой сегментации. Использовалась автоматическая пороговая сегментация, которая позволяет выбрать область опухоли на всех срезах автоматически.

Подчеркивается, что после того, как область опухоли выбрана, устанавливается площадь каждого пикселя и расстояние между срезами. Таким образом была выполнена оценка объема опухоли на каждом срезе.

В результате были продемонстрированы 3D-изображения, а также было выполнено сравнение поверхностного и объемного рендеринга. Авторы подчеркивают, что поверхностный и объемный рендеринги дополняют друг друга и имеют место в научной литературе. Также анализируется влияние на размер файла, добавление в него интерактивных 3D-изображений с объемным моделированием (PDF-публикации). Авторы пишут, что влияние заметно и обычно это 2 или 3 МБ на одно изображение. Утверждается, что 3D-модели с объемным моделированием должны стать стандартом в биомедицинских публикациях для обмена наглядными данными визуализации [13].

Сегментация опухоли мозга из МРТ-изображений

Далее мы рассмотрели один из методов сегментации опухолей на примере статьи «3D-MRI Brain Tumor Detection Model Using Modified U-Net and Residual Network» опубликованной в журнале Symmetry в 2020 году [14]. Статья описывает новый метод сегментации опухолей мозга из изображений, полученных при помощи МРТ. Метод основан на DA. Описанный метод дает сравнимые результаты с современными методами на наборе данных BRATS 2017.

Метод использует двухэтапную кластеризацию DA для точного извлечения начальных точек контура опухоли [14]. Затем область опухоли извлекается из всех срезов объема с помощью метода уровня множества.

Метод уровня множества работает так [15, 16]:

Сначала определяется функция уровня. Эта функция описывает, как меняется высота поверхности в пространстве. Функция уровня записывается в виде:

$$\phi(x, y, z),$$

где x, y, z – координаты точки в пространстве.

Затем определяется уровеньное множество. Уровеньное множество — это множество точек, которые имеют одинаковую высоту на поверхности. Уровеньное множество записывается в виде:

$$\{(x, y, z) \mid \phi(x, y, z) = c\},$$

где c – константа, задающая высоту уровеньного множества.

Потом определяется скорость, с которой уровеньное множество меняется во времени. Скорость зависит от градиента изображения, кривизны контура, внешних сил и т. д. Скорость записывают в виде:

$$F(x, y, z),$$

где F – функция скорости в каждой точке уровеньного множества.

Наконец, решается уравнение, описывающее изменение функции уровня во времени. Уравнение имеет вид:

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} = F(x, y, z),$$

где $\frac{\partial \phi}{\partial t}$ – производная функции уровня по времени. Решая это уравнение, находится новая функция уровня, соответствующая новому уровневому множеству. Новое уровневое множество будет более точно соответство-

вать контуру опухоли на изображении.

Визуально этот метод показан на рис. 5.

Авторы сравнили свой метод с другими, используя показатели точности, чувствительности, специфичности и коэффициента Дайса. Также было исследовано влияние числа кластеров и итераций на эффективность метода. Продемонстрировано, что по сравнению с другими методами, авторский метод дает лучшие или сходные результаты.

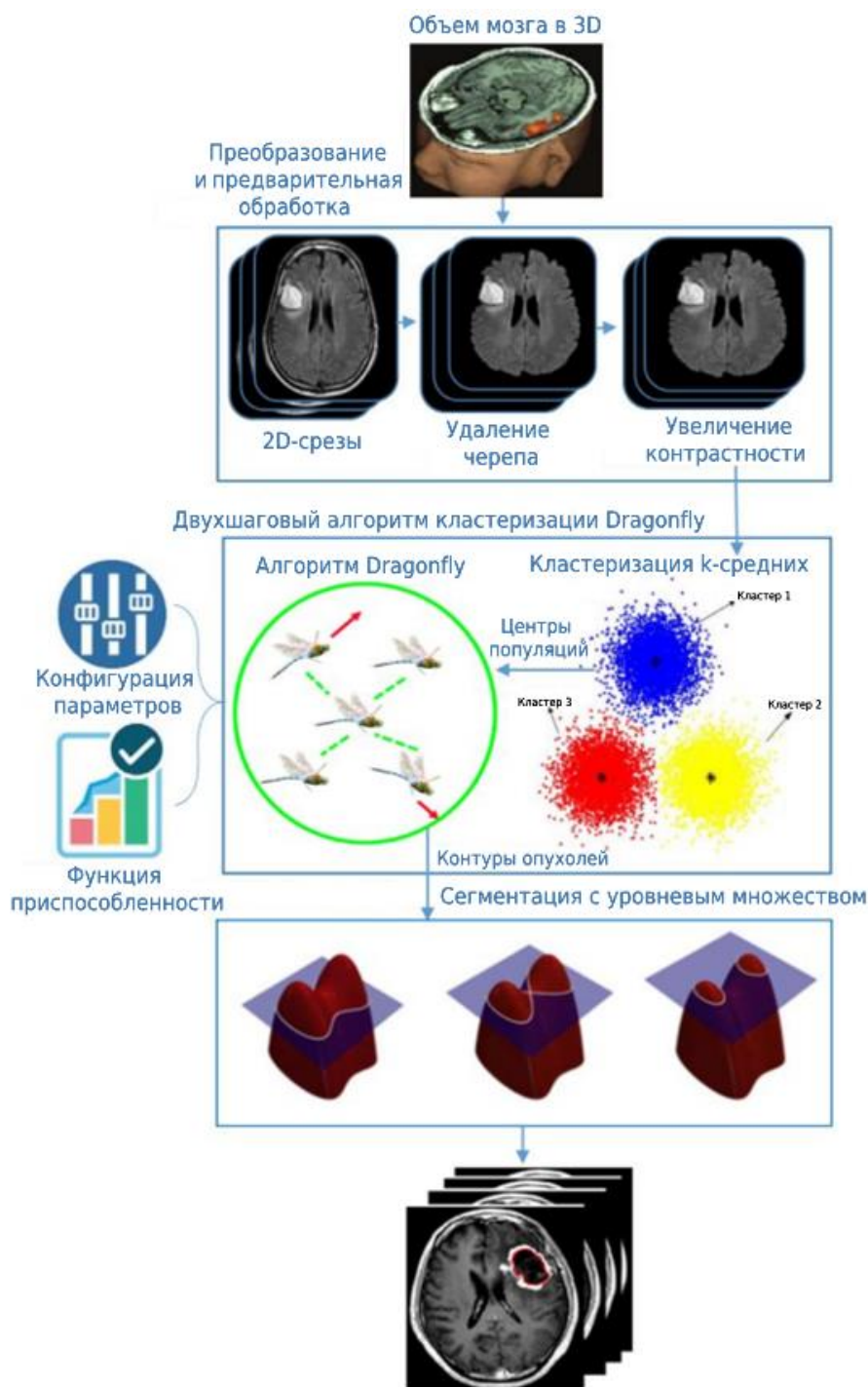


Рис. 5. Модель обнаружения опухолей головного мозга с помощью сегментации уровневого множества на алгоритме «стрекозы»

Система визуализации сердечно-сосудистых патологий в рамках тренировочного приложения виртуальной реальности

О применении VR в медицинском образовании, в частности, в визуализации сердечно-сосудистых патологий, следующая публикация из журнала «Вестник Казахстанско-Британского технического университета» [17].

Подчеркивается, что VR является передовой технологией с помощью, которой можно взаимодействовать со сгенерированной компьютером трехмерной средой. В медицине VR обеспечивает безопасную обучающую среду, для практики навыков без вреда для пациентов.

Статья рассматривает разработанное авторами компьютерного приложения для визуализации патологий сердца. Приложение создано на Unity с использованием очков виртуальной реальности Oculus Rift. Оно представляет собой интерактивную сцену с анатомическим изображением сердца. Приложение предоставляет информацию о состояниях сердца, связанных рисков и необходимых анализах для диагностики того или иного состояния. Основной функционал написан на C#, графические модели созданы в Autodesk 3ds Max.

Статья заканчивается утверждением, что VR полезна не только в развлечениях, но и в образовании, поскольку она решает проблему визуальных аспектов невидимых процессов. В целом, авторы провели обзор потенциала VR в медицинском образовании, в частности, в области кардиологии. Авторы подчеркивают важность использования современных технологий для повышения эффективности обучения [17].

Заключение

В данной работе был проведен анализ различных аспектов медицинской визуализации с использованием современных технологий (игровые движки, алгоритмы оптимизации и виртуальная реальность). Были показаны примеры визуализации опухолей с использованием различных методов, а также были оценены их преимущества и недостатки. В результате можно сделать несколько выводов:

1. Для медицинской визуализации 3D-объема модель VE лучше, чем IM поскольку точнее вычисляет объем опухоли, а также быстрее модели IM для оценки объема роста опухоли.

2. Поверхностный и объемный рендеринги дополняют друг друга.

3. Использование двухэтапной кластеризации алгоритма DA для извлечения начальных точек контура и последующее извлечение всей области опухоли с помощью метода уровня множества – новый и эффективный метод сегментации опухоли.

4. В медицинской визуализации VR решает проблему визуальных аспектов невидимых процессов.

Таким образом, мы показали, что современная медицинская визуализация — это перспективная и актуальная область исследований, требующая применения современных технологий для достижения лучших результатов в диагностировании и лечении опухолей.

Кроме того, возможным направлением для дальнейшего развития медицинской визуализации может быть использование искусственного интеллекта для распознавания и классификации опухолей по размерам, форме, цвету, структуре и т.д. Искусственный интеллект также может помочь и в предсказании исхода лечения и связанных с ним рисков.

Список источников

1. Степанова Е.А., Вишнякова М.В., Самбулов В.И., Мухамедов И.Т. Возможности КТ и МРТ в диагностике гломусных опухолей височной кости // Медицинская визуализация. 2018. № 3. С. 26–32.
2. Лихтерман Л.Б., Охлопков В.А., Рыжова М.В., Снигирева Г.П., Шишкина Л.В., Пронин И.Н. и др. Принципы современной диагностики опухолей головного мозга // Клинический разбор в общей медицине. 2023. Т. 4. № 5. С. 8–15. <https://doi.org/10.47407/kr2023.4.5.00229>.
3. Сомов А.Н., Суслин С.А. Рак предстательной железы. Эпидемиология, факторы риска и раннее выявление // Профилактическая медицина. 2020. Т. 23. № 3. С. 149–155.
4. Шут С.А., Платошкин Э.Н., Дорогокупец А.Ю. Бессимптомное течение рака желудка // Проблемы здоровья и экологии. 2019. № 1 (59). С. 100–103.
5. Ferlay J., Ervik M., Lam F., Colombet M., Mery L., Piñeros M., et al. Global Cancer Observatory: Cancer Today // International Agency for Research on Cancer. 2020. Режим доступа: <https://gco.iarc.fr/today> (дата обращения: 20.11.2023).

6. Cao Y., DePinho R.A., Ernst M., Vousden K. Cancer research: past, present and future // Nature Reviews Cancer. 2011. Vol. 11, № 3. P. 749–754.
7. Кушлинский Н.Е., Немцова М.В. Молекулярно-биологические характеристики злокачественных новообразований // Вестник РАМН. 2014. № 1–2. С. 5–15.
8. Талалаев А.А., Фраленко В.П., Хачумов М.В. Исследовательский программно-аппаратный комплекс высокопроизводительной обработки и визуализации медицинских данных // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 7 (1). С. 67–73.
9. Гончаров М. Лучевая диагностика: современная 3D–визуализация органов, телерадиология и анализ снимков с помощью ИИ // Хайтек. 2019. Режим доступа: <https://hightech.fm/2019/04/30/radiation-diagnostics> (дата обращения: 21.11.2023).
10. Потанин В., Потанин А. В. Ранняя диагностика рака легкого (обзор по материалам электронных средств массовой информации) // ПМ. 2009. №36. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/rannaya-diagnostika-raka-legkogo-obzor-po-materialam-elektronnyh-sredstv-massovoy-informatsii> (дата обращения: 14.02.2024).
11. Liimatainen K., Latonen L., Valkonen M., Kartasalo K., Ruusuvaari P. Virtual reality for 3D histology: multi-scale visualization of organs with interactive feature exploration // BMC Cancer. 2021. <https://doi.org/10.1186/s12885-021-08542-9>.
12. Alias A.P., Alwesabi Yaseen, Mustaffa Maizatul, Shamyshatu; Al-Rahmi Waleed. 3D medical image visualization and VE model to determine the pathology zone of tumor evidence-based using some numerical methods and simulation // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2017. Vol. 95 (19).
13. Судха Рани К. 3D-сегментация опухоли с использованием техники рендеринга поверхности // International Journal of Scientific and Technology Research. 2017. Vol. 6. No. 30. P. 5854–5859. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/375089180_3D_Tumor_Detection_using_Surface_Rendering_And_Volume_Rendering (дата обращения: 21.11.2023).
14. Khalil H.A., Darwish S.M., Ibrahim Y.M., Hassan O.F. 3D–MRI Brain Tumor Detection Model Using Modified Version of Level Set Segmentation Based on Dragonfly Algorithm // Symmetry. 2020. Vol. 12 (8). <https://doi.org/10.3390/sym12081256>.
15. Osher S., Fedkiw R., Piechor K. Level Set Methods and Dynamic Implicit Surfaces // ASME. 2004. Vol. 57. <https://doi.org/10.1115/1.1760520>.
16. Osher S., Sethian J. Fronts propagating with curvature-dependent speed: algorithms based on Hamilton-Jacobi formulations // Journal of Computational Physics. 1988. Vol. 79. № 1. P. 12–49. [https://doi.org/10.1016/0021-9991\(88\)90002-2](https://doi.org/10.1016/0021-9991(88)90002-2).
17. Цой Д.Д., Дайнеко Е.А., Ипалакова М.Т., Дайнеко Р.А. Система визуализации сердечно-сосудистых патологий в рамках тренировочного приложения виртуальной реальности // Вестник Казахстано-Британского технического университета. 2020. Т. 17, № 1. С. 195–200. Режим доступа: <https://vestnik.kbtu.edu.kz/jour/issue/view/2> (дата обращения 21.11.2023).

Информация об авторах / Information about the Authors

Перерва Павел Анатольевич,
студент,
Институт информационных технологий
и анализа данных,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
program-pavel@mail.ru

Pavel A. Pererva,
Master's Degree Student,
School of Information Technology and Data Science,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
program-pavel@mail.ru

Григорьев Станислав Валентинович,
к.х.н.,
доцент,
Иркутский национальный исследовательский техниче-
ский университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
svg@istu.edu

Stanislav V. Grigorev,
Cand. Sci. (Chemistry),
Associated Professor,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
svg@istu.edu

Перспективы применения возобновляемой энергетики в условиях Крайнего Севера

© И.Д. Недбайлов, К.Е. Варфоломеев, Л.Л. Литвин,
Н.Е. Буйнов, В.А. Бочкарев, А.Г. Фролов

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

Аннотация. На сегодняшний день обеспечение устойчивого развития социально-экономических систем Российской Федерации является приоритетной задачей для повышения качества жизни населения и развития инфраструктуры. Для обеспечения устойчивого развития необходимо развивать Крайний Север по причине богатой сырьевой базы, обеспечивающей инфраструктуру всей Российской Федерации, а также из-за уязвимого к изменению температур климата. Ключевая роль в решении данных задач отведена альтернативной энергетике по причине ее низкого влияния на экологию, а также возможности выработки электрической энергии без сжигания топлива, затраты на которое составляют подавляющую долю. Анализ перспектив применения объектов альтернативной энергетики показал, что наиболее экономически и энергетически выгодным решением является применение малых погружных гидроэлектростанций для выработки электрической энергии и ее последующей конвертации в тепловую в необходимых объемах. Кроме того, использование энергии Солнца и ветра также возможно эффективно применять в определенных районах.

Ключевые слова: Крайний Север, устойчивое развитие, традиционная энергетика, альтернативная энергетика, Северный завоз

Prospects for the use of renewable energy in the Far North

© Ilya D. Nedbaylov, Kirill E. Varfolomeev, Leonid L. Litvin,
Nikolay E. Bujnov, Victor A. Bochkariev, Alexandr G. Frolov

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. Ensuring sustainable development of the socio-economic systems of the Russian Federation is a top priority task for improving the quality of life of the population and developing infrastructure. Due to the rich raw material base that provides the infrastructure of the entire Russian Federation, as well as due to the climate being vulnerable to temperature changes, it is necessary to develop the Far North to ensure sustainable development. Alternative energy plays a key role in solving these problems due to its low impact on the environment and the possibility of generating electricity without burning fuel, the costs of which make up the overwhelming majority. An analysis of the prospects for the use of alternative energy sources has shown that the most economically and energetically advantageous solution is the use of small submerged hydroelectric power plants for generating electricity and its subsequent conversion into heat in the required volumes. In addition, the use of solar and wind energy can also be effectively applied in certain areas.

Keywords: Far North, sustainable development, traditional energy, alternative energy, Northern delivery

Введение

В рамках концепции устойчивого развития одной из приоритетных задач является промышленное освоение Крайнего Севера страны. Это связано с тем, что ресурсные запасы европейской части России истощились за прошедшие десятилетия промышленного развития. На данный момент потребности нашей страны в минеральных ресурсах покрываются горнодобывающей промышленностью северных районов, где добывается 100 % всего объ-

ема алмазов, около 90 % ископаемых видов топлив, 80 % всего объема добычи меди и 70 % объема добычи золота. Также районы Крайнего Севера обладают значительной сырьевой базой углей и нефти. Например, только на территории Сибирского федерального округа разведано свыше 80 % запасов сырья категорий А+В+С1+С2 (220,5 млрд т) разной степени углефикации – от бурых до антрацитов, что дает возможность их широкого применения в различных сферах промышленности.

Сырьевая база Крайнего Севера уже сейчас является важным элементом в структуре экономики страны, поскольку по итогам 2023 г. Российская Федерация рассчитывает поставить в Китай не менее 85 млн т угля и уже увеличила поставки нефти в Китай на 25 % (до 75 млн т), что обеспечит поступление средств в бюджет страны и ускорит темпы развития экономики и рост валового внутреннего продукта.

Действующая энергетическая инфраструктура Крайнего Севера за счет большой доли децентрализации представлена в основном дизельными электростанциями (ДЭС), малыми котельными, которые имеют низкие коэффициенты полезного действия (КПД). Так, КПД ДЭС не превышает 35–40 %, КПД малой котельной не превышает 65–70 %, что является менее эффективным по сравнению с крупными централизованными источниками. Однако из-за большой доли децентрализации применение крупных централизованных источников теплоснабжения является неэффективным, нецелесообразным или вовсе невозможным [1].

Кроме того, применение большого количества ДЭС, малых котельных и прочих объектов традиционной энергетики неотъемлемо связано с чрезмерным выбросом парниковых газов и влиянием на повышение температуры поверхности земли, что оказывает наиболее негативное влияние именно на северные районы. По оптимистичному сценарию RCP 2,6 прогнозируемое изменение температуры у земной поверхности по причине изменения климата с 2011 по 2031 г. составит примерно 1,6–2,7 °C, по пессимистичному сценарию RCP 8,5 изменение температуры за этот же промежуток времени может составить 1,6–2,9 °C. При этом каждый из сценариев прогнозирует все более значительное повышение температур с течением времени. Кроме того, применение экологически грязных источников энергии негативно влияет на продолжительность жизни и здоровье человека [2].

В связи с большой перспективой освоения Крайнего Севера для устойчивого развития за счет освоения сырьевой базы и ее нынешнего фактического влияния на экономику страны необходимо уделять большое значение развитию его собственной инфраструктуры. Однако применение ДЭС и малых котельных обуслав-

ливает низкую энергетическую эффективность действующего энергетического комплекса Крайнего Севера и приводит к чрезмерному выбросу парниковых газов в атмосферу, что наносит серьезный вред экологии. При том, что в условиях большой доли децентрализации, а также из-за существенного влияния на экологию применение более эффективных централизованных источников теплоснабжения является невозможным, становится актуальным повышение доли возобновляемых источников энергии в структуре энергетики Крайнего Севера.

Целями данной работы являются:

1. Выявление характерных особенностей и проблем существующего энергетического комплекса.

2. Рассмотрение возможных вариантов повышения эффективности энергетической промышленности за счет повышения доли возобновляемых источников энергии в структуре энергетики Крайнего Севера.

Задачи исследования:

- изучение проблем эксплуатации применяемых объектов энергетики в условиях Крайнего Севера;

- исследование перспективы применения солнечной энергетики, энергии ветра и гидроэнергетики;

- сравнение эффективности применяемых объектов традиционной энергетики и рассматриваемых объектов альтернативной энергетики.

Объектом исследования является энерго-снабжение районов Крайнего Севера и местностей, приравненных к ним. Предмет исследования – районы Крайнего Севера.

Ожидаемые результаты выполнения работы:

1. Определение характерных проблем и особенностей существующего энергетического комплекса.

2. Сравнительный анализ энергетической эффективности применяемых объектов традиционной энергетики и объектов возобновляемых источников энергии (ВИЭ);

3. Предложение наиболее энергетически эффективного варианта снабжения инфраструктуры и населения как тепловой, так и электрической энергией.

Особенности и проблемы существующего энергетического комплекса на Крайнем Севере

Для районов Крайнего Севера характерны следующие проблемы и особенности, усложняющие эксплуатацию традиционных объектов энергетики:

- экстремально холодный климат;
- малая плотность населения;
- удаленность отдельных населенных пунктов от крупных городов и невозможность их подключения к тепловым сетям тепловых станций этих городов – большая доля децентрализации энергоснабжения;
- географическая удаленность от других районов страны, что обуславливает сложную и дорогостоящую систему транспортировки топлива.

Климат на Крайнем Севере экстремальный, охватывает практически все климатические пояса – от субарктического до умеренного. Он характеризуется низкими температурами, которые в среднем составляют -35°C и ниже. В самом холодном субъекте России, в Республике Саха, абсолютный минимум температуры изменяется от $-67,8^{\circ}\text{C}$ в г. Верхоянске до -48°C в с. Дюпся. Средний абсолютный минимум температуры по поверхности Республики Саха составляет -65°C .

На Крайнем Севере в настоящее время применяются все известные способы отопления – от печного до теплофикационного. Однако несмотря на это, не всегда удается обеспечить требуемую температуру внутри помещений, что говорит о низкой эффективности применяемых объектов энергетики. В зоне Российского Севера эксплуатируются более 12 тыс. ДЭС мощностью от 100 кВт до 3,5 МВт. Средний расход завозимого дорогостоящего топлива составляет от 360 (на современных ДЭС) до 480 (на старых ДЭС) т у.т./год. К этим электростанциям следует добавить почти такое же количество мелких котельных (только в районах Дальнего Востока их число достигает 5 тыс.). На Севере эксплуатируются две атомные станции. Одна из них – Кольская, мощность которой составляет 1760 МВт (на ее долю приходится 48 % суммарной мощности электростанций Мурманской области). Другая – Билибинская, расположенная на Чукотке, мощностью 68 МВт. В энергетическом

балансе Севера свыше 70 % мощностей приходится на экологически «грязные», органические виды топлива, такие как уголь, мазут и дрова, завоз которых весьма дорог.

Повысить эффективность существующей теплоэнергетической структуры можно было бы за счет применения крупных централизованных источников – теплоэлектроцентралей, КПД которых заметно выше, чем у малых котельных и ДЭС [3].

Для районов Крайнего Севера характерна малая плотность населения. На 1 января 2023 г. на Крайнем Севере России и в приравненной к нему местности проживало 9,8 млн человек (6,75 % населения России) на площади около 12 млн km^2 (примерно 70 % от общей территории России). Плотность населения в среднем составляет примерно 0,82 человека на 1 km^2 . На рис. 1 представлена карта, отражающая уровень плотности населения Российской Федерации. Анализируя представленные на рисунке данные, можно убедиться, что на всей территории Крайнего Севера и приравненных к нему местностях плотность населения менее десяти человек на 1 km^2 .

По этой причине поселки или группы поселков географически удалены от крупных городов и не могут быть обеспечены тепловой энергией от тепловых электростанций (ТЭС) этих городов. Электроэнергию эти поселения все же могут получать, т. к. ее транспорт осуществим, однако цена на эту электроэнергию с учетом транспорта, стоимости топлива и других издержек оказывается очень высокой. Чаще всего такие удаленные поселки обеспечиваются тепловой и электрической энергией за счет ДЭС и малых котельных, которые являются малоэффективными.

Стоит отметить, что из-за низкой плотности населения и географической удаленности поселений друг от друга проектирование и строительство ТЭС является нецелесообразным по причине избытка проектируемой мощности и невозможности рационально реализовать ее в представленных условиях.

Суровый климат и удаленность северных районов от других являются причинами трудностей транспортировки топлива. Для северных районов и для труднодоступных районов Сибири и Дальнего Востока государством специально введен комплекс ежегодных меропри-

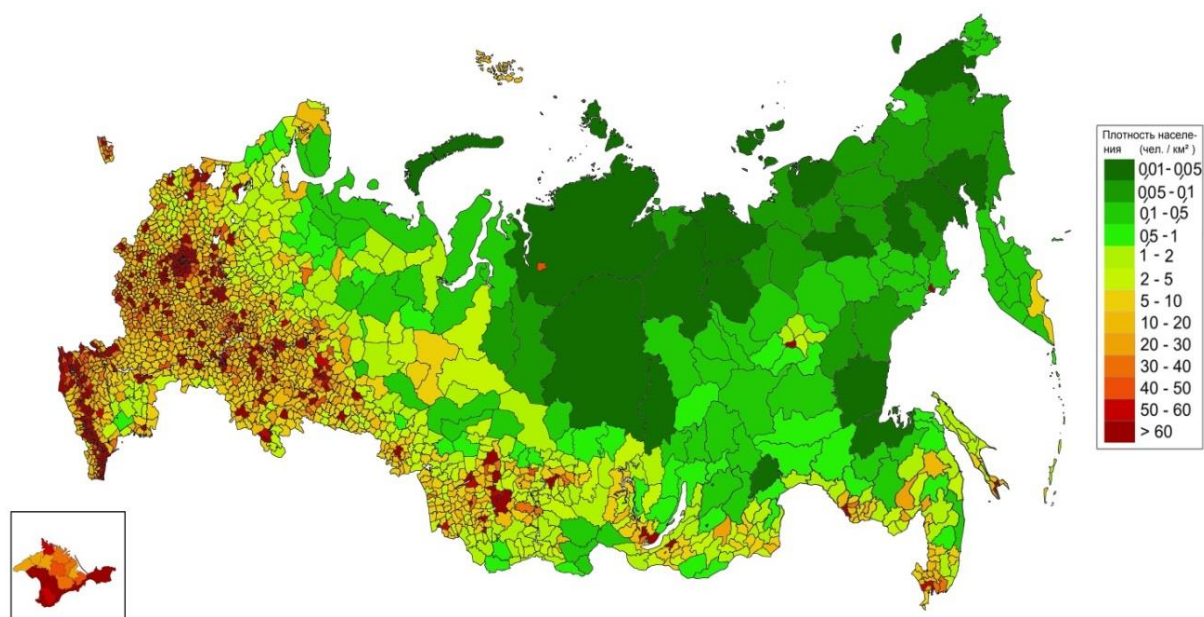


Рис. 1. Плотность населения Российской Федерации

ятий по обеспечению основными жизненно важными товарами в преддверии зимнего сезона – северный завоз.

Он, как феномен, обусловлен тремя причинами:

- отсутствием в районах Крайнего Севера собственной производственной базы большинства промышленных и многих сельскохозяйственных товаров;

- удаленностью основных промышленных районов на многие тысячи километров, что затрудняет и делает очень дорогой для частных юридических и физических лиц самостоятельную доставку товаров даже в летние месяцы;

- полным отсутствием транспортной инфраструктуры (автомобильных и железных дорог), за исключением воздушного или водного сообщения в большинстве районов Крайнего Севера.

В таких условиях единственно возможной является транспортировка товаров из южных областей России в районы Крайнего Севера. Эту обязанность как в СССР, так и в современной России осуществляет государство за счет средств федерального бюджета и силами региональных местных властей. Завоз производится преимущественно воздушным транспортом, а также речным и морским, в том числе с использованием Северного морского пути [4].

Изучив проблемы и особенности, усложняющие эксплуатацию традиционных объектов

энергетики, можно сказать, что ее применение в условиях Крайнего Севера является неэффективным и повышение эффективности традиционной энергетики является фактически невозможным ввиду ее неприспособленности к экстремальным климатическим и другим условиям этих районов.

Перспектива применения солнечной энергетики в условиях Крайнего Севера

Солнечную энергию преобразуют в другие виды разными устройствами, например, с помощью солнечных панелей и коллекторов. Каждая солнечная батарея состоит из блока с некоторым количеством модулей (панелей), которые объединяют в себе соединенные полупроводниковые элементы, а также инвертор, аккумуляторные батареи и другое оборудование. Фотоэлементы могут изготавливаться из разных химических элементов, однако большая их часть – это разработки на начальных стадиях. В промышленных масштабах сейчас выпускаются только панели из фотоэлементов на основе кремния.

Солнечные коллекторы преобразуют солнечную энергию в тепловую энергию теплоносителя. Чаще всего используют плоские солнечные коллекторы. В корпусе из металла или алюминиевого сплава прямоугольной формы размещен тепловой приемник – пластина с запрессованным в ней змеевиком из медной трубки. Приемник выполняется из алюминия

или меди, покрытой абсорбционным слоем черного цвета. Снизу пластина отделена от дна слоем теплоизоляционного материала, а роль крышки играет прочное стекло или поликарбонат.

Поскольку для преобразователей солнечной энергии в другие виды топлива выступает энергия Солнца, то наличие достаточного ее объема является определяющим фактором работоспособности такого способа генерации энергии. На рис. 2 представлена карта, отражающая количество солнечных дней в году по городам России. Можно сделать вывод, что наибольшим потенциалом применения гелиоэнергетики является Республика Саха и в частности город Якутск.

В то же время для Крайнего Севера характерны такие явления, как полярный день и полярная ночь. Полярная ночь – период времени продолжительностью более суток, когда на небе отсутствует Солнце. Максимальная продолжительность полярной ночи составляет около 178 суток. Полярный день – период времени года, когда Солнце не уходит за горизонт. Максимальная продолжительность полярного дня составляет около 186 суток. При наступлении полярной ночи применение объектов гелиоэнергетики невозможно.

Однако чем дальше от полюсов к экватору, тем короче становятся полярные дни и ночи. Самая короткая полярная ночь (почти двое суток) наблюдается на широте Северного полярного круга, а самая длинная – на Южном полюсе (чуть менее шести месяцев). Поэтому максимальной эффективности применения солнечных станций и коллекторов можно добиться на широте Северного полярного круга и широтах, расположенных ближе к экватору.

На сегодняшний день на всей территории Крайнего Севера реализуются проекты по внедрению энергокомплексов, направленных на использование солнечной энергии. В Верхоянске, находящемся в Республике Саха (Якутия), в июне 2022 г. введен в эксплуатацию современный автоматизированный энергокомплекс с использованием технологий ВИЭ. Он объединяет крупнейшую за российским полярным кругом солнечную электростанцию, систему накопления энергии и модернизированную дизельную электростанцию.

Новый энергокомплекс обеспечит надежное энергоснабжение Верхоянска. В этом городе, расположенном на полюсе холода в России, была зафиксирована минимальная на территории нашей страны температура: $-67,8^{\circ}\text{C}$.

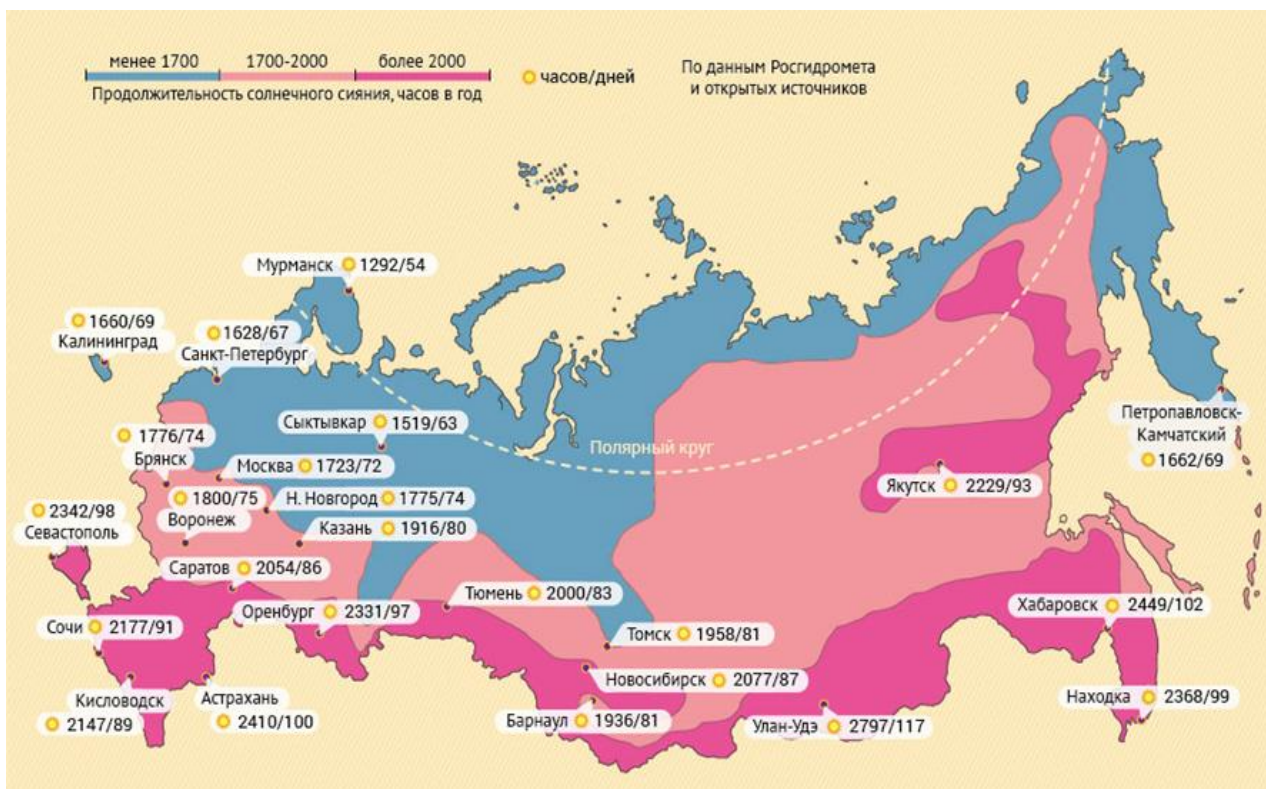


Рис. 2. Количество солнечных дней в году по городам России

В состав комплекса входит солнечная электростанция мощностью 1030 кВт, накопитель энергии мощностью 300 кВт и емкостью 1300 кВт·ч, а также ранее модернизированная и оснащенная современным оборудованием ДЭС мощностью 2310 кВт. Система накопления энергии позволяет максимально использовать полученную энергию Солнца даже ночью и минимизировать загрузку дизелей весной и летом.

Солнечные коллекторы имеют большую эффективность применения в отдельно взятых домах потребителей или небольших производственных помещениях.

Опыт работы с солнечными электростанциями показывает, что в условиях длительного полярного дня большую пользу приносит пассивное использование солнечной энергии (зеркальные веранды, усиленная теплоизоляция), а также пассивные системы теплоснабжения (солнечные коллекторы с водой или с другим аккумулятором тепла).

Преимущества применения гелиоэнергетики в условиях Крайнего Севера:

- возможность получать электрическую и тепловую энергию в отдельных зданиях (для применения гелиоэнергетики необходима централизация потребителей, поскольку приоритетнее монтировать солнечные панели или коллекторы в отдельно взятых зданиях);

- пассивное и автономное использование солнечных панелей и коллекторов, простота конструкции объектов гелиоэнергетики позволяет даже неспециалистам беспрепятственно их обслуживать;

- для объектов гелиоэнергетики нет необходимости завозить топливо, как для объектов традиционной энергетики, поскольку в качестве топлива выступает солнечная энергия, доступная всем;

- тепловые сети для солнечных коллекторов имеют малую протяженность и преимущественно расположены в самом снабжаемом помещении, поэтому потеря температуры теплоносителя в сравнении с объектами традиционной энергетики очень мала, а износ тепловых сетей не критичен и не вызывает таких же проблем, как при применении традиционной энергетики.

Недостатки применения гелиоэнергетики:

- на всей территории Крайнего Севера фик-

сируется большой объем выпадения осадков (по этой причине усложняется эксплуатация солнечных панелей, поскольку возникает необходимость в очистке поверхности панели, принимающей солнечную энергию [5]);

- исходя из данных, представленных на рис. 2, делаем вывод, что на большей части территории Крайнего Севера преимущественно 1700–2000 солнечных часов в году (это достаточно низкий показатель при том, что рассматриваемые территории часто находятся во власти циклонов и безоблачная погода достаточно редкое явление);

- во время полярной ночи применение гелиоэнергетики становится невозможным (поскольку максимальная продолжительность полярной ночи составляет около 178 суток, почти половину календарного года применение солнечной энергии невозможно).

Пассивное использование солнечной энергии является эффективным из-за простоты эксплуатации и автономности использования. Кроме того, солнечные панели позволяют решить проблему децентрализации, т. к. снабжают отдельно взятых потребителей в достаточном объеме. Однако при этом масштабное строительство солнечных электростанций неэффективно из-за малого количества солнечных дней в году и полярной ночи.

Перспективы применения энергии ветра в условиях Крайнего Севера

Россия обладает колоссальным суммарным потенциалом энергии ветра. Вдоль берегов Северного Ледовитого океана на протяжении 12 тыс. км преобладают ветры со среднегодовой скоростью свыше 5–7 м/с (считается, что ветроустановки эффективны при среднегодовых скоростях ветра выше 4–5 м/с). На рис. 3 представлена карта ветрового районирования Российской Федерации. Суммарная мощность ветра на Севере достигает 45 млрд кВт. Успешно работают ветроэлектростанции на Новой Земле, в Амдерме, на мысе Уэлен, на островах Врангеля, Шмидта, Командорах (остров Беринга). В ближайшее время предполагается соорудить Усть-Большеречскую ветроэнергетическую станцию на Камчатке мощностью 4 МВт и ряд других такой же мощности. Ветроустановки успешно заменяют на Севере малые ДЭС, для работы которых



Рис. 3. Карта ветрового районирования

необходимо завозить дорогостоящее (иногда импортное) топливо. Только доставка топлива к дизельным электростанциям, расположенным на Севере Канады, обходится вдвое дороже его самого, а удельные расходы в 1,7 раза превышает средние значения для южных районов этой приарктической страны.

Современные технологии значительно повысили эффективность ветроэнергоустановок. Последние образцы таких установок имеют стекловолоконные лопасти переменного шага с размахом до 40 м, электронные приводы с переменной скоростью и сложные системы управления с микропроцессорами.

Ветроустановки, как и солнечные электростанции, особенно эффективны в небольших поселениях Севера для автономных энергопотребителей, отдаленных от централизованных систем энергоснабжения. Для них энергия ветра и Солнца является самым экономичным источником электричества. Характерен в этом отношении пример Дании, разбросанной на многочисленных островах, которые трудно объединить централизованной энергосистемой. Сегодня здесь насчитывается свыше 4 тыс. ветроустановок, на которые приходится около 5 % всей вырабатываемой в стране электроэнергии. Заметим, что энергии не только самой экологически чистой, но и дешевой. Если в начале 1990-х гг. 1 кВт·ч ее стоил одну шведскую крону, то теперь –

в четыре раза дешевле. Это значительно меньше аналогичного показателя для атомных электростанций и угольных ТЭС и даже конкурентоспособной дешевой шведской гидроэнергии. Датские ветроустановки пользуются большим спросом – свыше половины мирового спроса на них удовлетворяется датскими фирмами и их лицензиатами. Это является результатом стратегического предвидения государства, восприимчивого к нововведениям и к стратегическому партнерству с промышленностью, что позволило Дании занять выгодные позиции в преддверии новой постиндустриальной эры [6].

Преимущества применения ветроэнергетики в условиях районов Крайнего Севера:

- исходя из рис. 3, можно сделать вывод, что на большей части территории Крайнего Севера преобладают сильные ветра, что позволяет эффективно использовать ветроустановки и вырабатывать большой объем электроэнергии;

- ветроустановки можно эффективно применять для удаленно расположенных друг от друга точечных потребителей (это позволяет применять ветрогенераторы как для частных жилых комплексов малой численности, так и для предприятий).

Недостатки применения ветроэнергетики в условиях районов Крайнего Севера:

- дороговизна монтажа самих ветрогене-

раторов и опорных конструкций для них, кроме того, сложный ландшафт местности, а также возможность деградации вечной мерзлоты усложняют монтаж ветрогенераторов для точечного потребителя и делают невозможным строительство более масштабной ветряной электростанции для выработки большего объема электроэнергии;

- при помощи ветрогенератора можно вырабатывать только электрическую энергию, но не тепловую;

- ветер невозможно контролировать, поэтому возникает возможность его непостоянства в отдельно взятых районах Сибири либо появления порывистых ветров в арктических зонах, что может привести к аварийной ситуации на ветрогенераторе по причине того, что они рассчитаны на определенную скорость ветра;

- система транспортировки элементов генератора является сложной ввиду их больших размеров и отсутствия дорожной инфраструктуры.

Применение энергии ветра в условиях Крайнего Севера не является эффективным способом снабжения районов электрической энергией на постоянной основе по причине непостоянства потока ветра, дороговизны, сложности монтажа и невозможности вырабатывать тепловую энергию. Однако, как и в случае с перспективами применения гелиоэнергетики на Крайнем Севере, применение ветрогенераторов наиболее эффективно в прибрежных арктических зонах, однако при этом необходимо на этапе проектирования предусмотреть дополнительные меры безопасности, направленные на повышение прочностных характеристик опорных конструкций и самих комплектующих ветрогенератора [7].

Перспективы применения гидроэнергетики в условиях Крайнего Севера

Одним из путей решения проблемы обеспечения Крайнего Севера тепловой и электрической энергией выступает использование погружной гидроэлектростанции (ГЭС). Ее отличительной особенностью является компактность. Для ее сооружения не нужно возведение плотин и каналов, она не нуждается в массивном мониторинговом оборудовании или дополнительных устройствах. Эта максималь-

но самостоятельная конструкция может вырабатывать до 20 МВт в ч. В зависимости от масштабов выработки существуют два вида погружных станций:

- накопительные – для малых объемов выработки (электричество поступает в аккумулятор);

- сетевые – для больших объемов (электричество сразу идет в сеть).

Конструкция подбирается на основе расчетов и устанавливается на водоемах и реках. Блок работает на скорости от 0,5 м/сек. Он автоматически подстраивается под скорость течения. Обычно минимальная глубина, необходимая для его установки, составляет от 0,9 м.

Устройство погружной ГЭС во многом схоже с работой стандартных ГЭС. Здесь работу генератора также обеспечивают крутящиеся лопасти турбины. Встроенная в трубу, она соединяется с генератором, где кинетическая энергия преобразуется в электричество. Погружные станции устанавливаются на дне реки и крепятся тросами к берегу. Однако существуют модели, которые подвешивают на понтон [8].

Основным преимуществом такой ГЭС считается ее быстрая окупаемость. В среднем блоки погружной станции окупаются от двух до четырех лет. Тогда как эксплуатационные сроки составляют от 20 лет службы.

Для такой ГЭС строительство плотины или водохранилища не требуется. Станция сама способна справляться с перебоями, т. к. ее малые объемы делают разницу незначительной в любое время года. Погружная станция может использоваться как в частных целях, так и в качестве резервного источника питания на малых ГЭС. Погружные ГЭС гибки в установке, т. к. не нуждаются в сборке. Для этого не требуется особых профессиональных навыков. Они быстро запускаются и легко извлекаются для проведения технического обслуживания. В некоторых моделях также предусмотрено несколько режимов для остановки работы: автоматический и механический.

Работа погружной ГЭС отличается бесшумностью за счет особенностей конструкции. Все материалы выполнены из нержавеющей стали, алюминиевого и бронзового сплава. Это обеспечивает качество и бесперебойность работы станции, а также увеличи-

ваит срок ее эксплуатации. Детали легко извлекаются и заменяются при необходимости. В конструкции также установлены датчики на случай протечек, изменения температуры и появления вибраций.

Часть полученной электроэнергии можно использовать для питания электродвигателей и таким образом получать тепловую энергию вместе с электрической. Такой вариант можно применить и при использовании ветрогенераторов.

Для оценки возможности применения данной технологии необходимо проанализировать степень, т. е. глубину промерзания рек. Необходимо учесть саму глубину рек, полноводность, прибрежный ландшафт, скорость течения. На рис. 4 представлена карта речных систем России.

На территории Крайнего Севера присутствуют следующие крупные реки: Северная Двина, Сухона, Вычегда, Печора, Обь, Кама, Иртыш, Таз, Енисей, Ангара, Нижняя Тунгуска, Вилюй, Лена, Алдан, Колыма, Анадырь, Индигирка и Оленок. Степень и время начала промерзания рек носят непостоянный характер, зависящий от изменения климатических условий. Учитывая компактность погружных ГЭС, можно предусмотреть монтаж площадки для ее установки. Кроме того, промерзание рек происходит только на поверхности, поэтому теоретически можно предусмотреть ва-

риант разрушения кромки льда в месте установки погружной ГЭС и принятии мер по предотвращению повторного образования ледяной кромки. Также можно установить ГЭС на дне реки и зафиксировать ее тросами к берегу.

Из рис. 4 видно, что на территории Крайнего Севера сосредоточено много крупных полноводных рек, на которых можно использовать погружные ГЭС, а гибкость в монтаже и эксплуатации погружных ГЭС позволит снабжать электрической энергией даже удаленные друг от друга районы [9].

Преимущества применения погружных ГЭС в условиях Крайнего Севера:

- наличие большого количества рек на всей территории позволяет применять погружные ГЭС повсеместно как для потребителей большого объема электроэнергии, так и для частных;
- практически автономная работа, легкий ремонт, малые габариты, малый срок окупаемости при сравнительно большом сроке эксплуатации;
- возможность получения большого объема вырабатываемой энергии;
- независимость от топлива (течение реки постоянно, и возможно лишь незначительное изменение скорости течения, однако перепады скоростей не окажут значительного влияния на работу погружной ГЭС).



Рис. 4. Речные системы России

Недостатком применения погружных ГЭС в условиях Крайнего Севера является строительство линий электропередачи для транспортировки вырабатываемой электроэнергии, что в условиях экстремального климата и удаления потребителей друг от друга может вызывать проблемы при обрыве линий электропередач в периоды штормов и бурь [10].

Заключение

В результате выполнения работы установлено, что к характерным проблемам и особенностям Крайнего Севера относятся:

- экстремально холодный климат;
- малая плотность населения;
- большая доля децентрализации энергоснабжения;
- географическая удаленность от других районов страны, что обуславливает сложную и дорогостоящую систему транспортировки топлива;
- полярная ночь;
- слаборазвитая дорожная инфраструктура;
- малоэффективная, неприспособленная к условиям Крайнего Севера и экологически грязная действующая энергетическая инфраструктура.

Данные проблемы и особенности не позволяют эффективно внедрять и применять централизованные источники теплоснабжения для повышения эффективности выработки тепловой и электрической энергии.

Для решения поставленных проблем предлагается повысить долю альтернативных источников энергии в энергетической инфраструктуре Крайнего Севера, сравнительный анализ которых показал, что применение солнечной энергии наиболее эффективно в качестве пассивного источника энергии по причине простоты эксплуатации и автономности использования. Кроме того, солнечные панели позволяют решить проблему децентрализации, т. к. снабжают отдельно взятых потребителей в достаточном объеме. Однако

при этом масштабное строительство солнечных электростанций неэффективно из-за малого количества солнечных дней в году и полярной ночи.

Применение энергии ветра в условиях Крайнего Севера, как и в случае с применением энергии Солнца, не является эффективным способом снабжения районов электрической энергией на постоянной основе по причине непостоянства потока ветра, дороговизны, сложности монтажа и невозможности вырабатывать тепловую энергию.

Наиболее эффективным способом решения проблем энергетического комплекса на Крайнем Севере является применение гидроэнергетики, в частности малых ГЭС, по причине наличия большого количества полноводных рек на территории Крайнего Севера, автономности работы, малых габаритов, легкого ремонта и приспособленности к применению частными потребителями, возможности получения большого объема энергии и независимости от топлива, что делает проект по установке малых ГЭС экономически эффективным, целесообразным и окупаемым.

Однако, несмотря на все преимущества предложенных источников альтернативной энергетики, только солнечные коллекторы способны напрямую вырабатывать тепловую энергию. При этом объемы выработки сравнительно невысоки и не подходят для теплоснабжения крупных зданий и производственных помещений. Несмотря на это каждый из предложенных источников альтернативной энергетики может вырабатывать электрическую энергию, и проблему получения тепловой энергии можно решить путем установки дополнительного оборудования для преобразования электрической энергии. В то же время в условиях Крайнего Севера, возможно, самым эффективным способом получения тепловой и электрической энергии является комбинированное применение солнечных панелей, ветрогенераторов и малых ГЭС.

Список источников

1. Безруких П.П., Арбузов Ю.Д., Борисов Г.А., Виссарионов В.И., Евдокимов В.М., Малинин Н.К. [и др.] Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России. СПб.: Наука, 2002. 314 с.
2. Яшалова Н.Н. Стимулирование устойчивого эколого-экономического развития региона: автореф. дис. ... д.э.н.: 08.00.05. М., 2015. 22 с.

3. Гасникова А.А. Роль традиционной и альтернативной энергетики в регионах Севера // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2013. № 5 (29). С. 77–88. Режим доступа: <http://esc.vscs.ac.ru/issue/29> (дата обращения: 25.12.2023).
4. Кожевников С.А. Интеграция экономического пространства северного региона: особенности и проблемы обеспечения // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2020. Т. 13. № 6. С. 68–83. Режим доступа: <http://esc.vscs.ac.ru/issue/72> (дата обращения: 25.12.2023).
5. Лаженцев В.Н. Экономико-географические аспекты развития Севера России. Сыктывкар: ИСЭиЭПС ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2018. 93 с.
6. Попель О.С., Киселева С.В., Моргунова М.О., Габдрахманова Т.С., Тарасенко А.Б. Использование возобновляемых источников энергии для энергоснабжения потребителей в Арктической зоне Российской Федерации // Арктика: экология и экономика. 2015. № 1 (17). С. 64–69. Режим доступа: <http://arctica-ac.ru/article/224/> (дата обращения: 25.12.2023).
7. Смоленцев Д.О. Развитие энергетики Арктики: проблемы и возможности малой генерации // Арктика: экология и экономика. 2012. № 3 (7). С. 22–29. Режим доступа: <http://arctica-ac.ru/article/341/> (дата обращения: 27.12.2023).
8. Малик Л.К. Проблемы и перспективы создания малых ГЭС на малых реках // Малая энергетика. 2004. № 1. С. 37–48.
9. Бердин В.Х., Кокорин А.О., Юлкин Г.М., Юлкин М.А. Возобновляемые источники энергии в изолированных населенных пунктах Российской Арктики. М.: Всемирный фонд природы, 2017. 80 с.
10. Ермоленко Г.В., Сапаров М.И. Широкомасштабное развитие возобновляемых источников энергии и его влияние на рынок электроэнергии и сетевую инфраструктуру // Расширение трансграничного сотрудничества в области энергетики за счет внедрения энергии ветра и солнца в энергосистемы государств-участников СНГ для достижения ЦУР 7 (г. Алматы, 1 ноября 2021 г.). Алматы, 2021. С. 1–84.

Информация об авторах / Information about the Authors

Недбайлов Илья Дмитриевич,
магистрант,
Институт энергетики,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
xxxgangambitxxx@gmail.com

Ilya D. Nedbaylov,
Graduate Student,
Institute of Power Engineering,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
xxxgangambitxxx@gmail.com

Буйнов Николай Егорович,
к.т.н., доцент,
доцент кафедры теплоэнергетики,
Институт энергетики,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
bujnov@istu.edu

Nikolay E. Bujnov,
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Associate Professor, Heat and Power
Engineering Department,
Institute of Power Engineering,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
bujnov@istu.edu

Варфоломеев Кирилл Евгеньевич,
магистрант,
Институт энергетики,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
Varfolomeevv23@mail.ru

Kirill E. Varfolomeev,
Graduate Student,
Institute of Power Engineering,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
Varfolomeevv23@mail.ru

Бочкарев Виктор Александрович,
к.т.н., доцент,
доцент кафедры теплоэнергетики,
Институт энергетики,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
v_bochkariev@mail.ru

Victor A. Bochkariev,
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Associate Professor, Heat and Power
Engineering Department,
Institute of Power Engineering,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
v_bochkariev@mail.ru

Литвин Леонид Леонидович,
магистрант,
Институт энергетики,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
three11302@gmail.com

Leonid L. Litvin,
Graduate Student,
Institute of Power Engineering,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
three11302@gmail.com

Фролов Александр Геннадьевич,
к.т.н., доцент,
доцент кафедры теплоэнергетики,
Институт энергетики,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
frolov@istu.edu

Alexandr G. Frolov,
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Associate Professor, Heat and Power
Engineering Department,
Institute of Power Engineering,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
frolov@istu.edu

Исследование регулярных перевозок пассажиров на примере города Иркутска

© В.П. Фирсова, А.О. Курохтина, О.В. Полыгалова, О.С. Прокофьева

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

Аннотация. В статье рассмотрен городской пассажирский транспорт города Иркутска, который является важнейшим элементом инфраструктуры города, так как любые изменения в его работе остро ощущаются населением. Транспортная система города должна обеспечивать не только безопасное, комфортное, но и своевременное перемещение пассажиров. Повысить качество транспортного обслуживания пассажиров можно за счет увеличения эффективности показателей качества регулярных перевозок. Решить данную задачу можно проанализировав пассажиропоток на остановочных пунктах. Для этого с использованием визуального метода было проведено сплошное транспортное обследование пассажиропотока в городе Иркутске, в течение полной рабочей смены автобуса на примере основных действующих маршрутах № 16, № 45 и № 56 с целью получения массива данных о передвижении людей в течение дня. По результатам проведенного исследования определена статистика по действующему подвижному составу по часам суток, проходящему через остановочные пункты, определены интервалы движения автобусов по часам суток и загруженность маршрутов в часы «пик» в вечернее и утреннее время. Выявлены основные проблемы эффективности организации транспортного обслуживания населения, одной из которых является несоблюдение графика движения автобусов на маршрутах, что приводит к увеличению времени передвижения пассажиров на транспорте.

Ключевые слова: городской пассажирский транспорт, пассажиропоток, методы обследования пассажиропотока, интервал движения автобусов по часам суток, количество автобусов по часам суток

Research of regular passenger transportation in the case of Irkutsk

© Vasilina P. Firsova, Alina O. Kurokhtina, Olga V. Polygalova, Oksana S. Prokofieva

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article considers the urban passenger transport of the city of Irkutsk, which is the most important element of the city's infrastructure, since any changes in its operation are acutely felt by the population. The transport system of the city should ensure comfortable, safe, timely movement of passengers. It is possible to improve the quality of passenger transport services by increasing the efficiency of regular transportation quality indicators. You can solve this problem by analyzing the passenger traffic at the bus stops. To do this, using the visual method, a continuous transport survey of passenger traffic in the city of Irkutsk was conducted during a full working shift of the bus on the example of the main operating routes No. 16, No. 45 and No. 56 in order to obtain an array of data on the movements of people during the day. Based on the results of the study, statistics were determined on the current rolling stock by hour of the day passing through stopping points, bus intervals were established by hour of the day and route congestion during peak hours in the evening and morning, the main problems of the efficiency of organizing transport services for the population were identified, one of which is non-compliance with bus schedules on routes, which leads to an increase in the travel time of passengers on transport.

Keywords: urban passenger transport, passenger traffic, methods of passenger traffic survey, the interval of bus traffic by the hour of the day, the number of buses by the hour of the day

Пассажирский транспорт является неотъемлемой частью инфраструктуры города. Он выполняет функции связи между основными объектами города, предоставляя жителям и приезжим людям транспортные услуги на любые расстояния, а также способствует объединению людей во времени и в пространстве. От его функционирования напрямую зависит эффективность работы предприятий города,

поскольку он оказывает влияние на качество труда и его производительность. Кроме того, немаловажную роль городской пассажирский транспорт играет в высвобождении резервов свободного времени населения.

Эффективное использование рабочего времени, соблюдение графиков, режимов и дистанции движения, скорости перевозки пассажиров, оптимизация затрат при обеспече-

нии минимального времени перевозок, правильное использование автобусов, высокое качество обслуживания, регулярность движения автотранспорта на маршруте – все перечисленные задачи выполнимы только при правильной организации и планировании работы городского пассажирского транспорта [1]. Стоит отметить, что удобным и результативным способом исследования регулярных перевозок пассажиров является изучение пассажиропотоков, т. е. конкретное движение потоков пассажиров, взятых за определенный промежуток времени, в определенных направлениях по городу. В дальнейшем данные потоки можно анализировать как по отдельному маршруту, так и по всем маршрутам автобусной сети, по одному виду транспорта или по всем видам городского пассажирского транспорта, а также по времени суток и дням недели.

Исследования о пассажиропотоках и способах их изучения содержатся в трудах авторов, занимающихся проблематикой транспортного обслуживания граждан, городского транспортного планирования и других подобных тем [2]. В.И. Спирин говорит о том, что существует три группы методов обследования пассажирских потоков: отчетно-статистические, экспериментальные и расчетно-аналитические, а сами обследования могут быть базисными (которые, как правило, проводятся один раз в десять лет), текущими (осуществляются на отдельных маршрутах не реже двух раз в год) и обследования межрайонных корреспонденций (которые исследуются один раз в пять лет) [3]. Также кандидатом экономических наук Е.П. Володиным выделены сплошные и выборочные обследования, они могут быть организованы в определенные часы суток или в течение всего полного рабочего времени, в один из дней недели, либо в течение всей недели. В зависимости от способа получения информации автор разделяет все методы обследования на три группы: методы, основанные на подсчете числа перевозимых пассажиров (анкетный, талонный, счетно-натурный, визуальный и билетный); методы получения информации с помощью приборов (автоматизированные) и аналитические (расчетные) методы прогнозирования вероятной величины пассажиропотоков [4].

Однако, при получении информации о пассажиропотоках, следует учитывать тот факт, что транспортным обслуживанием населения в городе Иркутске занимаются как муниципальные организации, так и частные лица – перевозчики. Именно к последним городские власти не могут предъявлять конкретные требования с точки зрения марок и моделей автобусов, их вместимости, конкретных конструктивных особенностей. На органы местного самоуправления Федеральным законодательством возложены обязанности только по «организации транспортного обслуживания населения в границах поселения» [5]. Выполнять эти обязанности становится сложно, о чем свидетельствует сложившаяся во многих российских городах ситуация с пассажирскими перевозками [6], в том числе в городе Иркутске. Пассажирские перевозки в городе Иркутске организованы так, что на одном маршруте могут работать автобусы разной вместимости, принадлежащие нескольким перевозчикам, а некоторые микрорайоны обслуживаются только автобусами особо малой и малой вместимости [7]. Исследование классовой структуры парка подвижного состава показало, что на городских маршрутах велика доля автобусов малой вместимости (известных как «маршрутное такси») [8]. Зачастую эти перевозчики не имеют согласованного и координированного расписания, а отсутствие системы централизованного контроля их работы делает процесс перевозки пассажиров непредсказуемым. Выявить предпочтения пассажиров, а также комплекс показателей, основными из которых являются: размер и направление потока пассажиров, наполнение автобусов, сменность, пересадочность, средняя дальность поездки пассажиров, затраты времени на передвижения - можно только на основе анализа пассажиропотоков, который к сожалению органами местного самоуправления проводится очень редко [9]. Также на этих маршрутах зачастую используется подвижной состав малой вместимости. Особенностью маршрутов с применением автобусов малой вместимости является то, что это не самостоятельная, а вспомогательная форма обслуживания, предназначенная, с одной стороны, разгрузить массовый городской пассажирский транспорт, а с другой - повысить качество

транспортного обслуживания населения. Для этого в различных городах используют такие способы организации их движения, как дублирующие маршруты, частично дублирующие или самостоятельные [10].

В рамках данного исследования авторами было проведено сплошное транспортное обследование пассажиропотоков в городе Иркутске с целью определения соответствия существующей организации перевозок изменяющимся условиям трудовой деятельности и районам проживания городского населения на примере основных действующих маршрутов № 16, № 56 и № 45. Данные маршруты являются одними из самых популярных в городе, поскольку все самые востребованные остановочные пункты города располагаются именно на данных маршрутах. Транспортное обследование пассажиропотока на маршрутах проведено на двух остановочных пунктах «Трилиссера» и «Художественный музей». Движение автобуса осуществляется по двум направлениям (в прямом и обратном). Маршрут № 16 проходит через 28 остановочных пунктов, общая протяженность маршрута составляет 27 км. Маршрут № 45 проходит через 33 остановочных пункта, общая протяженность маршрута составляет 40,34 км. Маршрут № 56 проходит через 21 остановочный пункт, общая протяженность маршрута составляет 27,2 км. Авторами, находящимися на основных остановочных пунктах, использовался визуальный метод обследования, который осуществлялся при помощи специальных наблюдений. В результате обследования определялось количество выходящих и входящих пассажиров в автобус, ориентировочное наполнение автобусов по условной балльной системе, а также количество оставшихся пассажиров на остановочном пункте. Обследование проводилось в течение полного рабочего дня автобуса, с начала выхода его на линию до окончания рабочей смены, т.е. с 7:00 ч. до 23:00 ч. по иркутскому времени. Распределение пассажиропотока было проведено путем суммирования перевезенных пассажиров за определенный интервал времени. Такой способ обследования позволил получить массив данных о количестве автобусов, проходящих через маршруты, об интервалах времени движения автобусов по

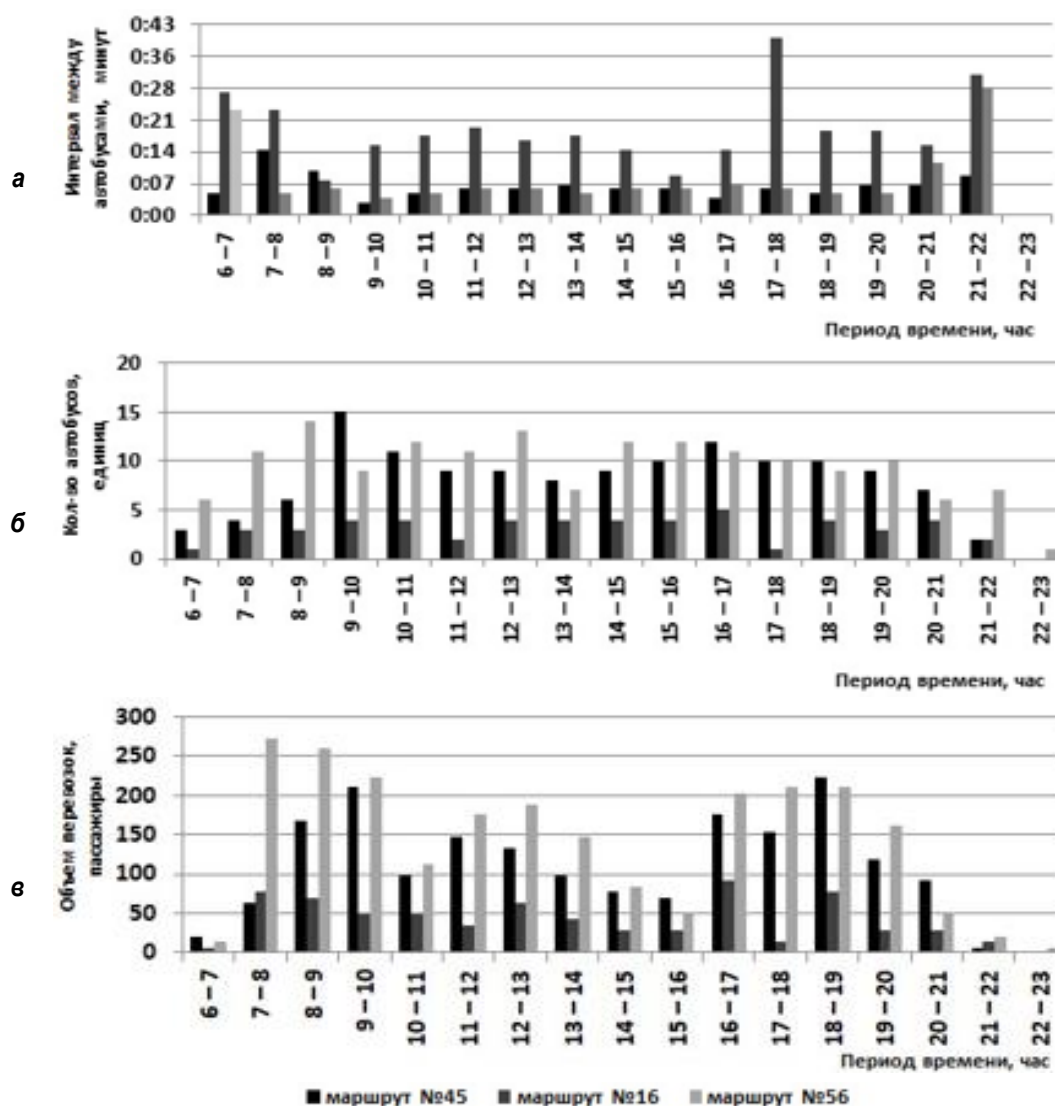
часам суток и о количестве перевезенных пассажиров в определенные часы суток.

С целью установления полной подробной характеристики распределения пассажиропотока, полученные данные были обработаны по маршрутам и проанализированы по часам суток по всей автобусной сети. Результаты транспортного обследования пассажиропотоков в городе Иркутске на маршрутах № 16, № 45 и № 56 представлены на рисунке.

На рисунке а, видно, что максимальный интервал движения автобусов составляет приблизительно 40 минут на маршруте № 16, в период с 17:00 до 18:00 ч. Можно предположить, что это связано с тем, что в данные часы суток в городе образуются автомобильные «пробки», движение автобусов затруднено и, как следствие, интервал их движения увеличивается. Самый минимальный интервал движения автобусов был зафиксирован на маршруте № 45 и составляет приблизительно три минуты в период с 09:00 до 10:00 ч. Средний интервал движения автобусов на обследуемых маршрутах № 16, № 45 и № 56 составил семь минут, что является вполне допустимым показателем эффективности организации транспортного обслуживания населения. Но данные маршруты принадлежат частным лицам, что является одной из причин отсутствия расписания движения автобусов по обследуемым маршрутам.

По данным рисунка б видно, что наибольшее количество подвижного состава, задействованного на данных маршрутах в каждом часе суток, приходится на маршруты № 45 и № 56. На маршруте № 16 наблюдается самое наименьшее количество рейсов, совершаемое автобусами за день, в то время как на маршруте № 56 – самое большое количество рейсов, что составляет 161 рейс за день. Исходя из данных, представленных на графике можно также сделать вывод, что в часы суток с 22:00 до 23:00 ч. на данном остановочном пункте проходит единственный маршрут № 56, это говорит о том, что у населения могут возникнуть проблемы с перемещением по городу в эти часы суток.

На рисунке в видно, что часы «пик», по суммарной наполняемости всех рейсов по обследуемым маршрутам в каждом часе суток, приходятся в утреннее время с 7:00 ч. до 10:00 ч.,



Результаты транспортного обследования пассажиропотока в городе Иркутске на маршрутах № 16, № 45 и № 56:

- а – интервал движения автобусов по часам суток на маршрутах;**
б – количество автобусов, обслуживающих маршруты, по часам суток;
в – количество перевезенных пассажиров по часам суток на маршрутах

в дневное время с 11:00 ч. до 14:00 ч. и в вечернее время с 16:00 ч. до 20:00 ч. Явные часы «пик» можно наблюдать в утреннее время с 7:00 ч. до 10:00 ч., а в вечернее время с 18:00 ч. до 19:00 ч. В первую очередь это связано с передвижением населения города, совершающих поездки на работу/с работы. Также стоит отметить, что в часы «пик» наблюдается увеличение выпуска подвижного состава на линию, так как в этот отрезок времени преобладает максимальный пассажиропоток. Наибольший перевезенный объем пассажиропотока приходится на маршрут № 56, что связано с регулярной частотой пребывания автобусов на остановочные пункты и высокой скоростью передвижения.

Проделав сравнительный анализ транспортного обследования пассажиропотока в городе Иркутске по трем маршрутам № 16, № 45 и № 56, можно выделить общую проблему, связанную с эффективностью организации транспортного обслуживания населения. С 21:00 ч. интервалы движения автобусов по маршрутам значительно увеличиваются, либо водитель автобуса прекращает свою рабочую смену, что говорит о проблемах передвижения в вечернее время для населения города. К примеру, в это время в соседних населенных пунктах, таких как город Ангарск, движение городского пассажирского транспорта осуществляется регулярно и стабильно до 22:00 ч. – 23:00 ч.

В заключение хотелось бы отметить, что ситуация с городским пассажирским транспортом в городе Иркутске все же крайне напряженная. Для передвижения населения в городе требуется организация транспортного обслуживания, которая должна являться эффективной. Определение эффективности организации транспортного обслуживания населения базируется на общем уровне качества регулярных перевозок. Если смотреть со стороны, то на первый взгляд, может показаться,

что все относительно в порядке. Ведь в городе представлены чуть ли не все виды общественного транспорта – трамваи, троллейбусы, автобусы, но несмотря на это город Иркутск нуждается в модернизации и обновлении маршрутной системы городского пассажирского транспорта. Этот процесс, конечно, является очень трудоемким и затратным по времени, ведь требует сбора и анализа огромного массива данных.

Список источников

1. Саломзод Р.С., Бобоев М.М. Анализ пассажиропотоков, обслуживаемых автобусными маршрутами Худжанда // Мир транспорта. 2021. Т. 19. №3 (94). С. 67–73.
2. Яценко С.А. Повышение качества обслуживания пассажиров на городских автобусных маршрутах в условиях применения подвижного состава разной вместимости: дис. ... к. т. н.: 05.22.10. Иркутск, 2012. 128 с.
3. Яценко С.А., Колганов С.В., Тарханова Н.В. Имитационное моделирование оценки качества обслуживания пассажиров на городских автобусных маршрутах с применением микроавтобусов // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 8 (79). С. 133–137.
4. Макунина А.И. Методологическая основа изучения пассажирских потоков на городском пассажирском транспорте // Актуальные вопросы экономических наук. 2009. № 5–5. С. 135–139.
5. Колганов С.В. Полномочия органов местного самоуправления по организации перевозок пассажиров в городах // Автотранспортное предприятие. 2008. №2. С. 22–24.
6. Яценко С.А. Анализ современного состояния и перспективы развития городских автобусных перевозок (на примере г. Иркутска) // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2001. №5. С. 171–176.
7. Яценко С.А., Колганов С.В. Маркетинговые исследования спроса на рынке пассажирских транспортных услуг в г. Иркутске // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2012. № 5 (64). С. 122–128.
8. Яценко С.А. Анализ классификации автобусных транспортных средств в системе городского пассажирского транспорта в современных условиях // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2011. № 6. С. 79–84.
9. Яценко С.А., Колганов С.В., Тарханова Н.В. Исследования дальности поездки пассажиров на городском маршруте с одновременным использованием автобусов разной вместимости // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 11 (82). С. 230–235.
10. Яценко С.А., Колганов С.В., Тарханова Н.В. Имитационное моделирование оценки качества обслуживания пассажиров на городских автобусных маршрутах с применением микроавтобусов // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 8 (79). С. 133–137.

Информация об авторах / Information about the Authors

Курохтина Алина Олеговна,
студент,
Институт авиационного строительства и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
lina.kurokhtina.01@mail.ru

Alina O. Kurokhtina,
Student,
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
lina.kurokhtina.01@mail.ru

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

Vasilina P. Firsova,
Student,
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
firsova.vasilina@bk.ru

Польшгалова Ольга Викторовна,

студент,
Институт авиационного строительства и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
samarina_22@list.ru

Olga V. Polygalova,

Student,
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
samarina_22@list.ru

Прокофьева Оксана Сергеевна,

к.т.н., доцент,
доцент кафедры автомобильного транспорта,
Институт авиационного строительства и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
oksana.prok2701@gmail.com

Oksana S. Prokofieva,

Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Associate Professor, Road Transport Department,
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
oksana.prok2701@gmail.com

Исследование средств и методов передачи данных из архитектурного программного комплекса nanoCAD BIM Конструкции в расчетный комплекс SCAD++

© Н.С. Горбунов, Т.Л. Дмитриева

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

Аннотация. В современном мире программное обеспечение играет ключевую роль в инженерных отраслях, таких как архитектура и строительство. Computer-Aided Design и Computer-Aided Engineering являются двумя основными инструментами, используемыми проектировочными компаниями. Computer-Aided Design позволяет создавать трехмерные модели. Однако одной из основных проблем, с которой сталкиваются проектировочные компании, является передача данных между этими двумя системами. В настоящее время большинство компаний не использует такой подход, потому что им не хватает соответствующих инструментов передачи данных. Работа посвящена вопросам экспорта данных из Computer-Aided Design в Computer-Aided Engineering. Главной целью данного исследования является изучение программного продукта «nanoCAD BIM Конструкции» и его возможностей передачи данных в расчетную программу SCAD++. Основная задача исследования – выявление различных способов задания графической модели и ее передачи в Computer-Aided Engineering с учетом определения параметров взаимосвязи данных программных комплексов. Результаты исследования показали, что использование данных методов может значительно сократить время и ресурсные затраты при выполнении проектных работ. Также были предложены полезные рекомендации по более эффективной организации процесса передачи данных.

Ключевые слова: обмен данными, проектирование, анализ, методы передачи данных

Study of means and methods for transferring data from the architectural the software the software package nanoCAD BIM Designs to the settlement complex SCAD++

© Nikita S. Gorbunov, Tatiana L. Dmitrieva

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. In today's world, software plays a key role in engineering industries such as architecture and construction. Computer-Aided Design and Computer-Aided Engineering are the two main tools used by design companies. Computer-Aided Design allow you to create three-dimensional models. However, one of the main problems that design companies face is the transfer of data between these two systems. Currently, most companies do not use this approach because they lack the appropriate data transfer tools. The article is devoted to the issues of data export from a Computer-Aided Design program to a Computer-Aided Engineering system. The purpose of the article is to study the software product “nanoCAD BIM Structures” and its capabilities for transferring data to the calculation program SCAD++. The article describes various ways to define a graphical model and transfer it to the Computer-Aided Engineering, taking into account the determination of the parameters of the relationship between these software systems. The article presents the results of the study, which showed that the use of these methods can significantly reduce time and resource costs when performing design work. The article also proposes useful recommendations for more efficient organization of the data transfer process.

Keywords: data exchange, design, analysis, data transmission methods

Введение

Актуальной проблемой в проектировании зданий и сооружений является снижение трудозатрат. При этом одним из важных этапов проектирования являются расчеты прочностных и жесткостных реакций сооружения. Стандартный, сложившийся годами подход к таким расчетам предполагает, что проектировщики с нуля создают конечно-элементную модель

строительной конструкции, что требует серьезных временных и ресурсных затрат. Эти трудозатраты можно оптимизировать путем передачи модели, созданной архитектором в Computer-Aided Design (CAD), в расчетную программу, для чего нужно определить правильный механизм взаимодействия графических и расчетных программ.

Цель работы состоит в рассмотрении спо-

собою задания графической модели в nanoCAD BIM Конструкции, а также способов передачи этих данных в расчетную программу SCAD++, чтобы произвести анализ взаимосвязи для уменьшения трудозатраты в проектировании.

Задачи исследования:

1. Определить способы построения 3D-модели в программе nanoCAD BIM Конструкции для корректной передачи элементов в расчетную программу.
2. Изучить механизм передачи 3D-элементов из nanoCAD BIM Конструкции в расчетную программу SCAD++.
3. Рассмотреть пример передачи готовой модели здания и проанализировать качество передачи данных. Определить оптимальный способ экспортирования архитектурной модели в расчетную программу.

Методика исследования

Способы передачи данных. Для определения перечня данных, которые могут быть переданы из nanoCAD BIM Конструкции в SCAD++, был создан ряд элементов, применяемых при построении 3D-модели зданий: стена с проемами, ж/б колонны прямоугольного и таврового сечения, металлическая колонна двутаврового сечения, перекрытие с проемом, крыша двускатная, балка прямоугольного сечения, лестница, фундамент столбчатый, ленточный (рис. 1). Авторы в подробностях рассказывают о инструментах создания простых 3D-элементов [1].

Экспорт данных из nanoCAD BIM Конструкции в SCAD++ осуществляется двумя способами:

1. Через Industry Foundation Classes IFC формат.
2. Через встроенный плагин (рис. 2).

В результате экспорта элементов через встроенный плагин успешно передались следующие элементы: стена, колонны, плиты перекрытия с учетом проемов, балка, крыша двускатная (рис. 3). В расчетной программе также отразились значения жесткости пластинчатых элементов. Жесткостные характеристики стержневых элементов были переданы некорректно (рис. 5).

При использовании операции передачи данных с помощью IFC формата успешно пе-

редались следующие элементы: стена, колонны, плиты перекрытия с учетом проемов, балка, фундамент столбчатый. Двускатная крыша и ленточный фундамент передались некорректно (рис. 4).

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- передача значений жесткости, т. е. толщины пластинчатых и размеры поперечного сечения стержневых элементов с помощью IFC формата наиболее корректны по отношению к первому случаю (рис. 6);
- элемент столбчатый фундамент передается в SCAD++ в виде пластины, если использовать IFC формат;
- ленточный фундамент не передается при использовании любого формата;
- элементы ленточного или столбчатого фундамента можно передавать, если создавать их в nanoCAD BIM Конструкции при помощи обычных элементов, таких как перекрытие, плита, колонна, балка;
- элементы стен и перекрытий передаются в SCAD++ в виде пластинчатых элементов, с учетом дверных, оконных и др. проемов, также с учетом толщины элемента;
- элементы колонн и балок передаются в SCAD++ в виде стержней с учетом жесткостей архитектурных элементов;
- элементы, заданные с помощью инструмента кровля, передаются в SCAD++ в виде наклонных пластинчатых элементов при экспорте из nanoCAD BIM Конструкции с помощью встроенного плагина;
- элементы, заданные с помощью инструмента лестница, не экспортируются в SCAD++ при любом способе передачи данных. Можно создавать элементы лестницы наклонной плитой, тогда лестница будет передаваться в расчетную программу наклонным пластинчатым элементом;
- при передаче данных в SCAD++ экспортируются жесткостные характеристики элементов, такие как размеры сечений стержневых элементов, толщины плит перекрытий и стен, без назначения числовых характеристик материала;
- типы конечных элементов при передаче данных в SCAD++ не назначаются или назначаются некорректно. Согласно рекомендациям производителей расчетных программ,

при соотношении сторон поперечного сечения элемента меньше отношения 1:3–1:5 элемент следует назначать пластинчатыми, при большем отношении – стержневыми.

Для воспроизводства правильного расчета в SCAD++ необходимо назначение числовых характеристик материала элемента как

типа конечного элемента [2].

Способы построения модели в CAD-программе. Для более корректной передачи архитектурной модели в расчетную программу необходимо определить способы правильного построения этой модели. При экспорте архитектурной модели из nanoCAD BIM Конструк-

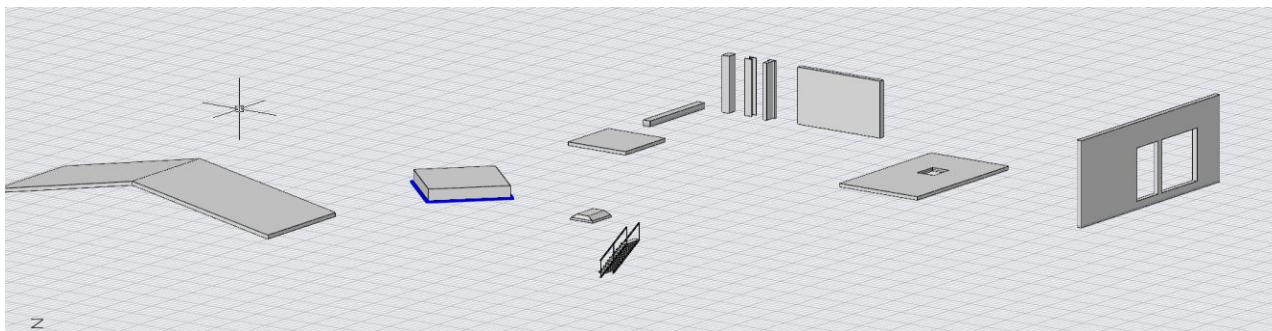


Рис. 1. Ряд простых 3D-элементов, созданных в nanoCAD BIM Конструкции

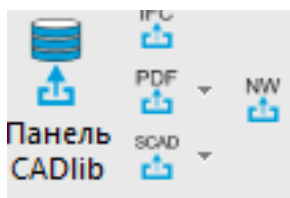


Рис. 2. Плагин в nanoCAD BIM Конструкции

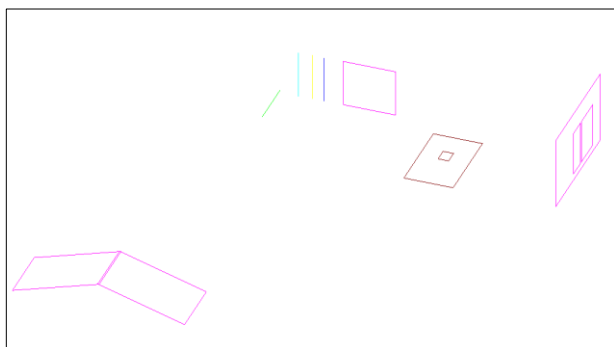


Рис. 3. Экспортированная модель с помощью плагина в SCAD++

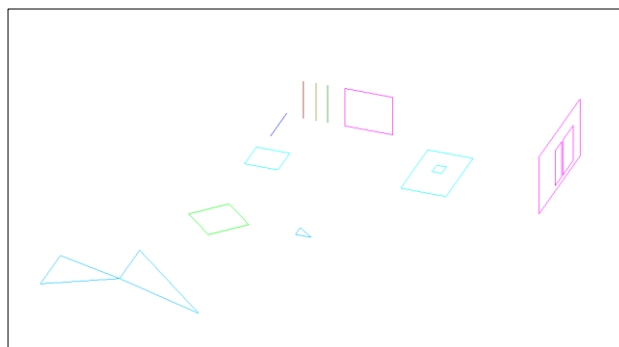


Рис. 4. Экспортированная модель с помощью IFC формата в SCAD++

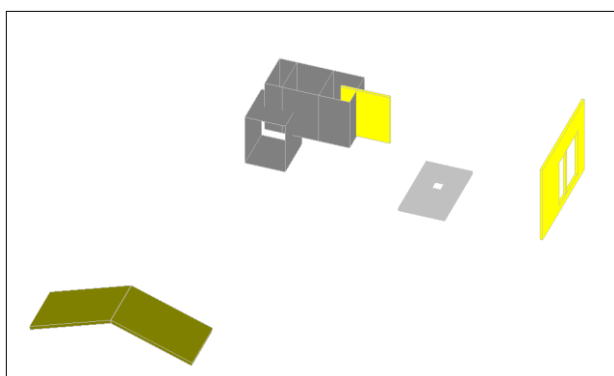


Рис. 5. Жесткостные характеристики при передаче модели с помощью плагина в SCAD++

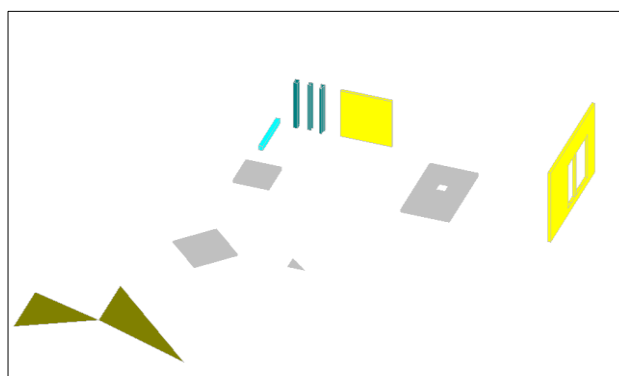


Рис. 6. Жесткостные характеристики при передаче модели с помощью IFC формата в SCAD++

ции в SCAD++ все части данной модели преобразуются в стержневые и пластинчатые конечные элементы. В зависимости от способов построения модели в CAD-программе положение элементов относительно друг друга различаются. Для определения правильности построения модели были рассмотрены и проанализированы простые примеры:

1. Моделирование рам, в которых балка имеет различную привязку по отношению к колонне (рис. 7). По результату экспорта можно понять, что корректная передача 3D-рамы производится только в одном из девяти вариантов. Необходимо строить архитектурную модель так, чтобы в одном узле соединялись линии, проходящие через центры тяжести сечения балки и колонны (рис. 8).

2. Моделирование соединения стены и балки, балка также имеет различную привязку по отношению к стене (рис. 9). Для соединения стен с балками необходимо совмещать центры тяжести сечений балки и стены (рис. 10). Данный результат аналогичен первому случаю как при соединении балки с колонной.

3. Моделирование соединения плиты перекрытия и стены. Плита также имеет различные привязки по отношению к стене (рис. 11). По результатам экспорта видно, что взаимодействие данных элементов отлично от взаимодействия балки со стенами и балки с колоннами. В данном случае модель передается корректно, когда плита привязывается по нижней грани (рис. 12).

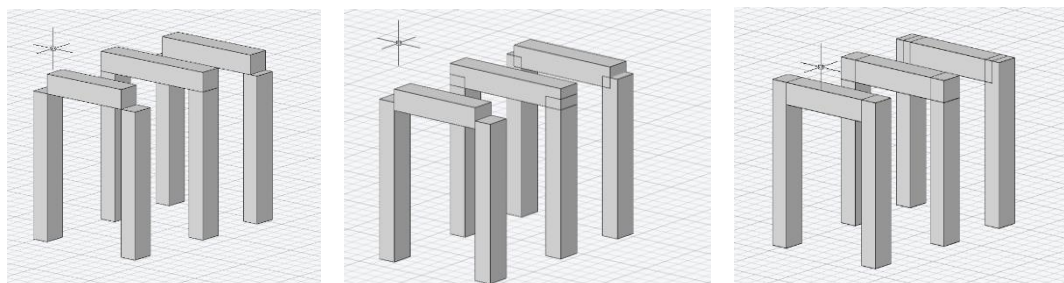


Рис. 7. 3D-элементы рамы в napoCAD BIM Конструкции

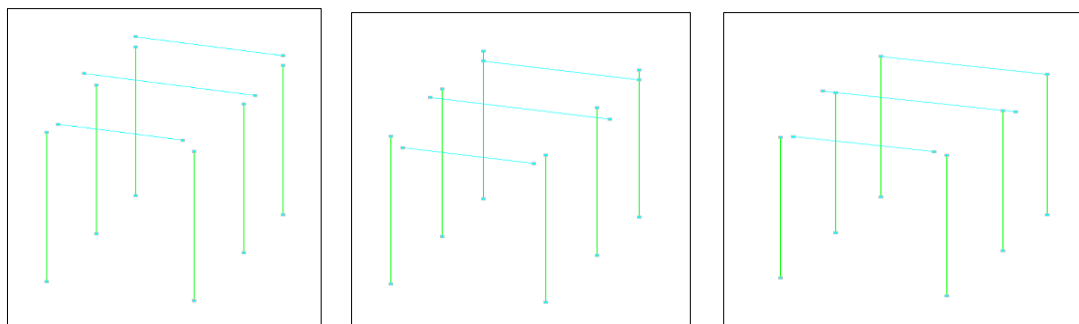


Рис. 8. Экспортированные элементы рамы в SCAD++

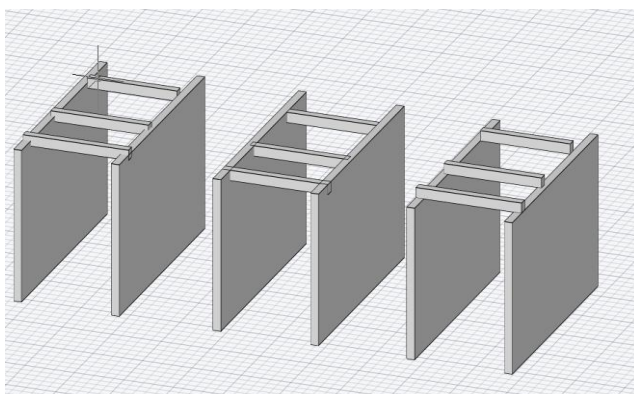


Рис. 9. 3D-элементы соединения балок и стен в napoCAD BIM Конструкции

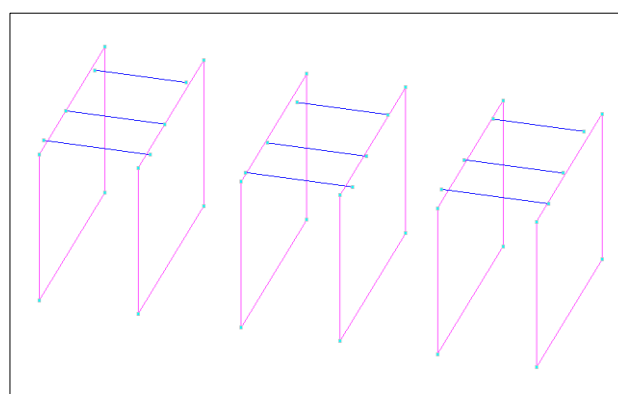


Рис. 10. Экспортированные элементы соединения балок и стен в SCAD++

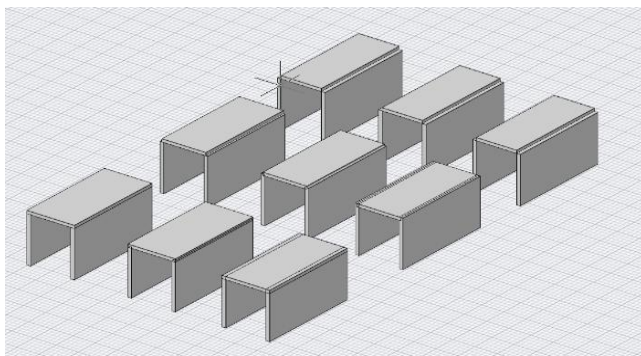


Рис. 11. 3D-элементы соединения плит перекрытий и стен в paпoCAD BIM Конструкции

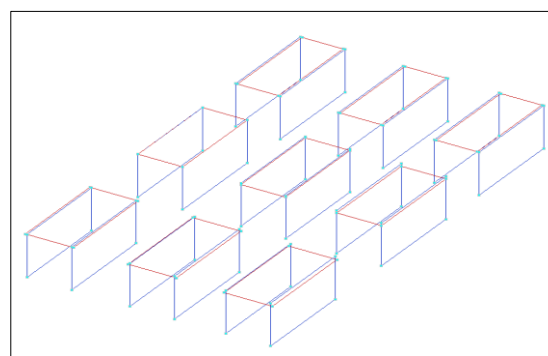


Рис. 12. Экспортированные элементы соединения плит перекрытий и стен в SCAD++

По произведенным опытам и их анализу можно дать некоторые рекомендации для практического применения.

- ригель необходимо доводить до оси колонны, проходящей через центр тяжести данной колонны. При опирании ригеля на стену, ригель нужно доводить до плоскости, проходящей через центр тяжести стены;

- колонны нужно строить на всю высоту этажа, для сохранения высотных отметок при экспорте;

- стены, как и колонны, необходимо строить на всю высоту этажа для сохранения высотных отметок при экспорте. При пересечении стены с колоннами и другими стенами, необходимо доводить стены до плоскостей, проходящих через центр тяжести данных элементов;

- перекрытие должно быть привязано по нижней грани к центрам тяжести нижележащего элемента.

С учетом этих положений можно построить большую архитектурную 3D-модель с дальнейшим экспортом в расчетную программу, внося при этом только небольшие корректировки по соединению элементов между собой.

Пример экспорта модели здания. Покажем экспорт готового здания, построенного с учетом вышеизложенных рекомендаций в paпoCAD BIM Конструкция, в расчетную программу SCAD++. Выполним анализ качества передачи такой крупной модели и определим оптимальный способ экспортирования. Подобные эксперименты были проведены в работах [3–10], коллективы авторов производят экспорт данных из различных архитектурных программ в расчетные программы для последующего анализа правильности передачи данных.

К экспорту были подготовлены две 3D-модели:

1. Модель многоэтажного монолитного здания (рис. 13). Конструктивная схема здания: бескаркасная (с несущими стенами). Элементы 3D-модели, используемые при проектировании: монолитные стены толщиной 200 мм, балки монолитные сечением 500×200 мм, перекрытие монолитное толщиной 180 мм, колонны монолитные сечением 400×400 мм, фундамент – монолитная плита толщиной 700 мм.

2. Модель, конструктивная схема которой стальной каркас (рис. 14). Элементы 3D-модели, используемые при проектировании: распорки 160×130×8 (ГОСТ 8645-68 – труба прямоугольная); колонны 40K2 (ГОСТ 26020-83 – двутавр с параллельными гранями полок); связи 160×130×8 (ГОСТ 8645-68 – труба прямоугольная), элементы фермы 50Ш1 (ГОСТ 26020-83 – двутавр с параллельными гранями полок), 160×130×8 (ГОСТ 8645-68 – труба прямоугольная), 90×90×8 (ГОСТ 8639-82 – труба квадратная). Фундамент монолитный столбчатый.

Результаты передачи аналитической модели с помощью плагина монолитного многоэтажного здания показали, что значительная часть геометрии здания передалась некорректно. Узлы не совпадают, часть элементов не экспортировалась. Редактировать такую схему неэффективно по времени, по отношению к созданию такой же схемы с нуля в расчетном комплексе (рис. 15). Каркасное здание экспортировалось наиболее корректно, большинство узлов соединяется между собой. Однако не передались жесткости металлических элементов конструкции (рис. 16).

При экспорте с помощью формата IFC монолитного многоэтажного здания значитель-

ная часть геометрии здания передалась верно. Большинство узлов совпадает, все элементы расположены параллельно главным осям X, Y, Z. Корректно передались значения жесткостных характеристик (рис. 17). Исправление данной схемы не займет много времени. Вместе с тем, импорт каркасного здания показал, что значительная часть геометрии здания передалась неправильно, в ос-

новном это элементы фермы (рис. 18). Исправление данной схемы займет большое количество времени.

На основании полученных результатов можно подвести итог, что каркасные здания наиболее эффективно передавать через встроенный в папоCAD BIM Конструкции плагин, а монолитные многоэтажные здания через формат IFC.



Рис. 13. 3D-модель монолитного здания, построенного в папоCAD BIM Конструкции

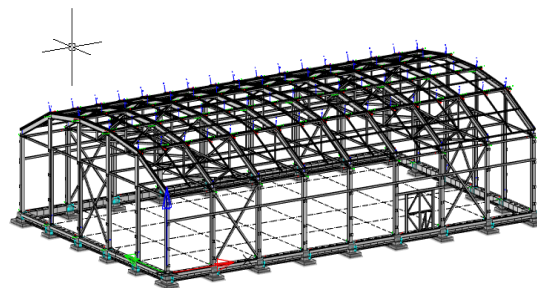


Рис. 14. 3D-модель стального каркасного здания, построенного в папоCAD BIM Конструкции

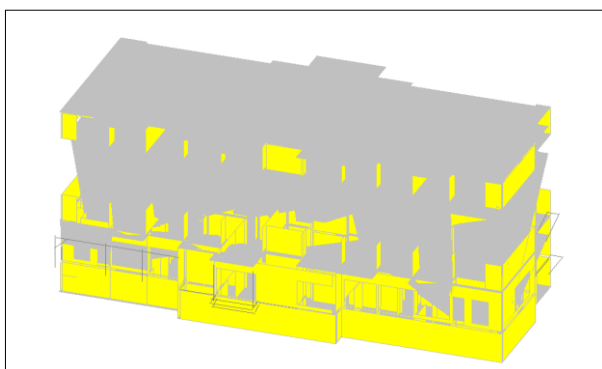


Рис. 15. Экспортированная модель монолитного здания в SCAD++ через встроенный плагин

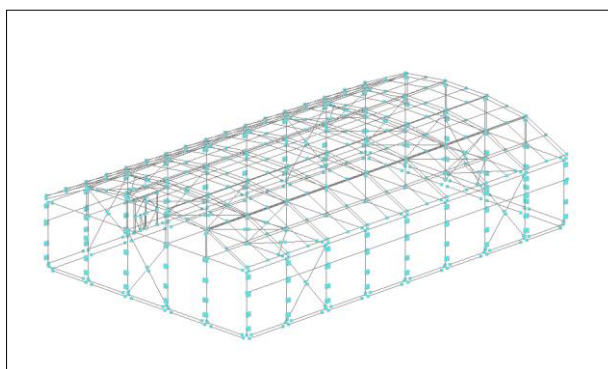


Рис. 16. Экспортированная модель стального каркасного здания в SCAD++ через встроенный плагин

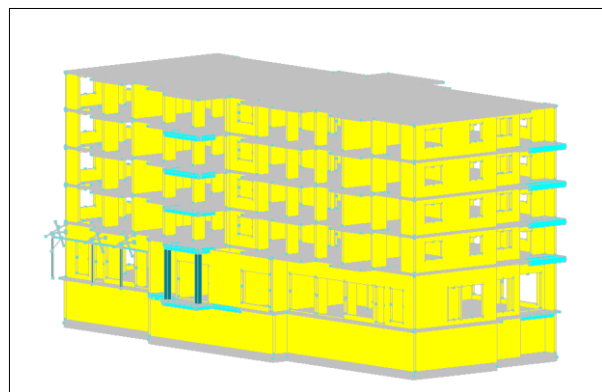


Рис. 17. Экспортированная модель монолитного здания в SCAD++ через IFC формат

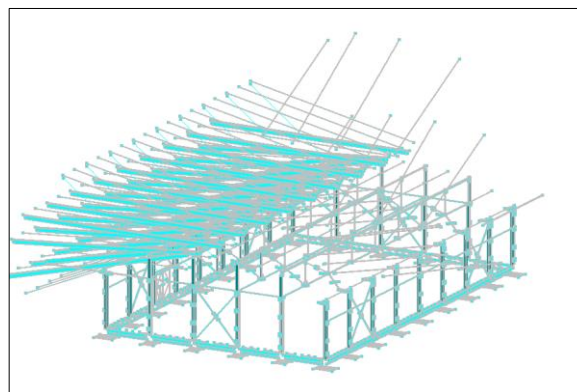


Рис. 18. Экспортированная модель стального каркасного здания в SCAD++ через IFC формат

Заключение

В результате рассмотрения процесса передачи 3D-модели nanoCAD BIM Конструкции в расчетную программу SCAD++ определены 3D-элементы, которые могут передаваться в расчетную программу, выявлены основные правила построения 3D-элементов для корректной передачи в расчетные программы, а также ряд особенностей этой передачи. Обнаружены наиболее эффективные методы передачи готовой модели для разных типов конструкции.

Установлено, что эффективность использования механизма передачи данных из проектирующей программы nanoCAD BIM Конструкции в расчетную программу SCAD++

проявляется при передаче 3D-моделей с разными высотами этажей, нерегулярной структурой несущих элементов, большим количеством пластинчатых элементов (стен, плит перекрытия), сложной формой плит перекрытия, наличием множественных проемов сложной геометрической формы в стенах и плитах перекрытия.

Передачу моделей с простой конструктивной схемой (особенно каркасных зданий, в том числе с несущими диафрагмами жесткости) можно считать малозэффективной и нецелесообразной ввиду наличия в расчетных программах удобных инструментов построения таких конструктивных систем.

Список источников

1. Третьяков Д.В. NanoCAD BIM конструкции: обзор программы // Проблемы инженерного и социально-экономического образования в техническом вузе в условиях модернизации высшего образования: сб. науч. тр. XXII Междунар. науч.- практич. конф. (г.Тюмень, 27–28 апреля 2023 г.). Тюмень, 2023. Т. 2. С. 233–236.
2. Карпиловский В.С., Криксунов Э.З., Маляренко А.А., Микитавренко М.А., Перельмутер А.В., Перельмутер М.А. SCAD Office. Вычислительный комплекс SCAD. М.: СКАД СОФТ. 2015. 848 с.
3. Кукушкин И.С. Реализация двухсторонней связи между программными комплексами Tekla Structures и SCAD Office v.21 // Промышленное гражданское строительство. 2014. № 9. С. 63–65. Режим доступа: <http://pgs1923.ru/ru/index.php?m=4&y=2014&v=09&p=00&r=16> (дата обращения: 23.12.2023).
4. Хабаров А.А., Ключин А.В., Терешкин И.П. Импорт модели из ARCHICAD в SKAD // Актуальные вопросы архитектуры и строительства: материалы юбилейной двадцатой Междунар. науч.-техн. конф., посвященной 90-летию Мордовского гос. унт. им. Н.П. Огарёва (г. Саранск, 27 декабря 2021 г.). Саранск, 2021. С. 438–442.
5. Ермакова М.А., Селезнёва Е.А., Зеньков Е.В., Яценко В.П. Особенности экспорта BIM модели из Autodesk Revit в SCAD++ // Молодежный вестник ИрГТУ. 2022. Т. 12. № 2. С. 317–324. Режим доступа: <http://xn--b1agjigi1ai.xn--p1ai/journals/2022/02/articles/13> (дата обращения: 20.12.2023).
6. Мазина А.Г., Бойчин Р.Е., Васильев А.С., Земляк В.Л. Применение САПР-системы Revit Structure при проектировании систем зданий и экспорт данных в решатель Лира САПР // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. 2017. № 4 (29). С. 91–96.
7. Блохина Н.С., Лёвина Д.А. Создание 3D модели стержневой конструкции в программном комплексе Revit с последующим расчетом аналитической модели заданной конструкции в ПК Лира САПР // Инновации и инвестиции. 2019. № 1. С. 172–174. Режим доступа: https://www.innovazia.ru/archive/?ELEMENT_ID=16041 (дата обращения: 21.12.2023).
8. Oskar K., Adam W. Effectivity of BIM transfer of structural models between programs for engineers // Budownictwo i Architektura. 2021. Vol. 20. P. 5–24. <https://doi.org/10.35784/bud-arch.2627>.
9. Иванов М.В., Вовко В.В. Анализ взаимодействия между программой численных расчетов и программой моделирования BIM-структур при проектировании инженерных сооружений // Инженерный вестник Дона. 2023. №. 1 (97). С. 267–278.
10. Низина Т.А., Ошкина Л.М., Сельдюшов А.А. Анализ совместной работы Autodesk Revit и ПК ЛИРА 10.10 // Огарёв-Online. 2021. № 6 (159). С. 1–6. Режим доступа: <https://journal.mrsu.ru/arts/analiz-sovmestnoj-raboty-autodesk-revit-i-pk-lira-10-10> (дата обращения: 30.01.2024).

Информация об авторах / Information about the Authors

Горбунов Никита Сергеевич,
магистрант,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
N.Gorbunov.S@mail.ru

Nikita S. Gorbunov,
Master's Student,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
N.Gorbunov.S@mail.ru

Дмитриева Татьяна Львовна,
д.т.н., доцент,
заведующая кафедрой механики
и сопротивления материалов,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
dmitrievat@list.ru

Tatiana L. Dmitrieva,
Dr. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Head 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
dmitrievat@list.ru

Особенности реализации технологий информационного моделирования при разработке социальных объектов Китая

© Е.В. Зеньков, Лю Чжан, Пэнью Чэнь, Лижун Чжан

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

Аннотация. В современной сфере архитектуры и строительства набирает популярность использование различных средств информационных технологий. В работе приводится опыт применения BIM-технологий при разработке цифровых информационных моделей существующих объектов, расположенных в городе Харбине Китайской Народной Республики. Проекты зданий разрабатывались китайскими студентами во время их обучения в магистратуре Иркутского национального исследовательского технического университета по направлению технологий информационного моделирования в проектировании зданий и сооружений. В дополнение к созданным цифровым проектам зданий были также разработаны расчетные модели объектов в программе SCAD для проведения статического конечно-элементного расчета с целью проверки принятых проектных решений. При этом нагрузки на здания принимались по СП 20.13330.2016. Упрощенный расчет напряженно-деформированного состояния зданий производился с учетом воздействия на них собственного веса несущих элементов и снеговой нагрузки на верхние пластинчатые элементы зданий. Граничные условия закрепления для объектов были приняты по их основанию в виде ограничений по всем степеням свободы. Практическая ценность работы состоит в возможности использования цифровой информационной модели зданий и их оперативном изменении на любом этапе их жизненного цикла.

Ключевые слова: BIM технологии, информационная модель, расчетная модель, социальные объекты

Features of the implementation of information modeling technologies in the development of social facilities in China

© Evgeniy V. Zenkov, Liu Zhang, Pengyu Chen, Lirong Zhang

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. In the modern field of architecture and construction, the use of various means of information technology is gaining popularity. The paper provides experience in the use of BIM technologies in the development of digital information models of existing facilities located in the city of Harbin, People's Republic of China. The building projects were developed by Chinese students during their studies in the master's program at INRTU in the field of information modeling technologies in the design of buildings and structures. In addition to the created building designs, computational models of objects were also developed in the SCAD program to carry out static finite element analysis in order to verify the design decisions made. The practical value of the work lies in the possibility of using a digital information model of buildings and their prompt change at any stage of their life cycle.

Keywords: BIM technologies, information model, calculation model, social facilities

В настоящее время индустрия строительства, в связи с переходом на цифровизацию, все чаще сталкивается с необходимостью перехода на информационное моделирование во всех сферах строительства. Это обусловлено тем, что ведение информационной модели объекта существенно упрощает и ускоряет процессы, связанные с его текущими изменениями, вносимыми при проведении перепланировки, ремонта, реставрации и реконструкции [1–4]. Поскольку работа с информационной моделью возможна с применением различных типов прикладных программ, в результате можно получить расчетные схемы,

графики производства работ, а также в режиме таймлапс отследить каждый этап работ и заметить сложные участки монтажа технологического оборудования и в следствии выстроить грамотную логистику на площадке. В данной работе приведен опыт использования технологий информационного моделирования при разработке цифровых информационных моделей существующих зданий, расположенных в городе Харбине Китайской Народной Республики. Указанные проекты зданий формировались студентами, которые приехали в Россию для обучения по программе магистратуры строительного профиля в Иркут-

ский национальный исследовательский технический университет.

Для достижения поставленных в магистерских работах целей студенты решили следующие основные задачи:

1. Анализ и выбор систем автоматизированного проектирования.
2. Анализ существующей модели здания, установка недостающих разделов в информационной модели и ее недостатков в целом.
3. Анализ проектной документации по необходимым разделам.
4. Формирование архитектурной модели здания в программном комплексе Autodesk Revit.
5. Расчетное обоснование принятых проектных решений.
6. Создание сводного файла и перенос данных пространственных координат архитектурной модели для дальнейшей работы с другими разделами проекта.
7. Проектирование систем водоснабжения и водоотведения в отдельном файле, с учетом всех изменений в проекте, поиском коллизий.
8. Проектирование систем отопления в отдельном файле с учетом всех изменений в проекте, поиском коллизий (пересечений).

Перед началом формирования информационных моделей была изучена вся имеющаяся проектная документация на объекты, расположенные на территории Харбинского нефтяного университета (рис. 1).

Площадь проекта библиотеки занимает около 1600 м² и площадь застройки около 6400 м². Высота этажа – 3,6 м, а количество этажей – четыре. Площадь общежития около 750 м², количество этажей – шесть.

Формирование цифровых информационных моделей осуществлялось в программном

комплексе Autodesk Revit. Разработка модели начинается с обозначения уровня здания, уровень должен быть нарисован на фасаде, а сетка должна быть нарисована на плоскости. На рис. 2 приведены планы этажей разрабатываемых объектов.

В результате использования инструментов BIM выполнено построение архитектурного макета объектов (рис. 3) и задание инженерных систем водоснабжения и водоотведения, отопления, вентиляция. Проведена работа по созданию семейств системы отопления, в частности, радиаторов, созданы типы стен. В дальнейшем, после построения и моделирования, эти участки были спаяны в один единый файл для получения конечного результата в виде цифрового двойника проекта.

После формирования информационной модели осуществлялась процедура оценки на коллизии элементов здания и инженерных систем между собой [5–7]. Для этого модели были перенесены в пакет Autodesk Navisworks. Необходимо отметить, что в информационном моделировании очень важно, чтобы после завершения процесса моделирования оно было проверено в сторонней программе с аналогичными функциями и возможностями.

Далее, были разработаны расчетные модели объектов в SCAD для проведения статического конечно-элементного расчета. Для этого модель здания из Revit была импортирована в SCAD [8, 9]. Целью проведения статического расчета в программе SCAD является проверка проектных решений, принятых при проектировании архитектурной части информационной модели зданий. Разработка расчетной модели в программе SCAD включает в себя задание параметров сечений в соответствии с проектом, корректировку жестко-



а



б

Рис. 1. Социальные объекты на территории Харбинского нефтяного университета Китая:
а – здание библиотеки; б – здание общежития

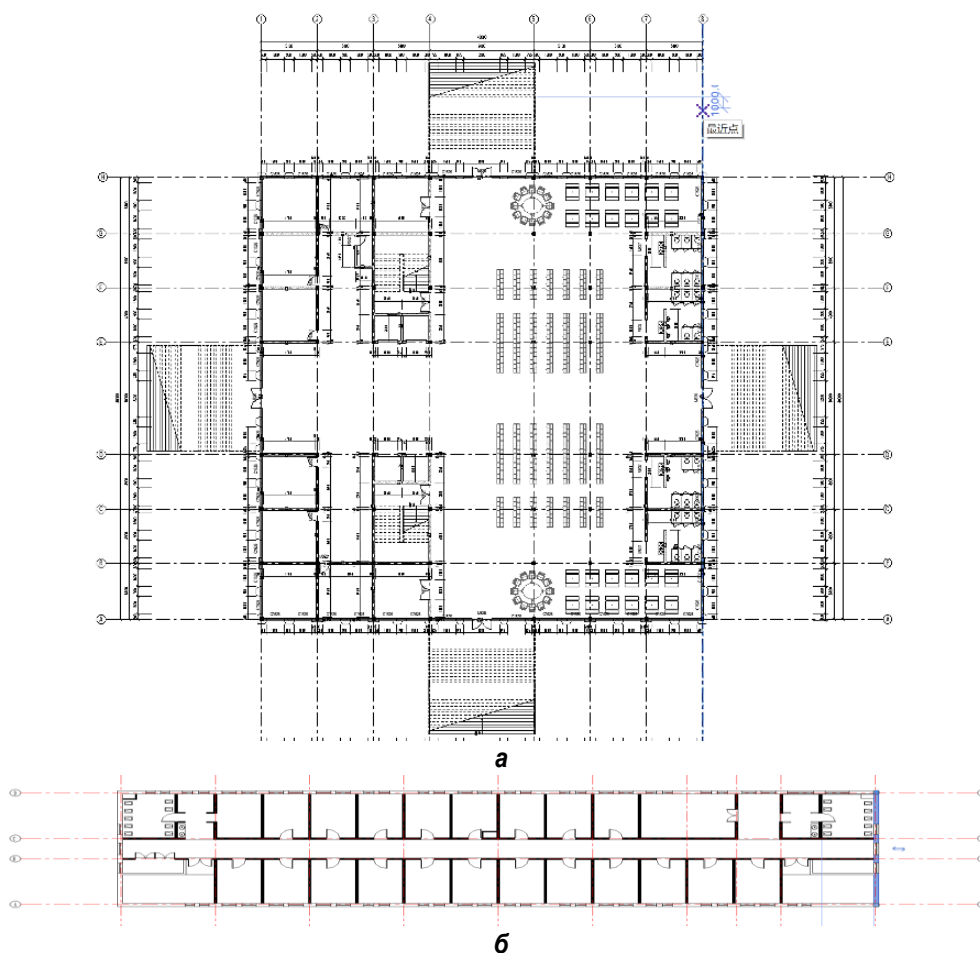


Рис. 2. Планы этажей: а – здание библиотеки; б – здание общежития

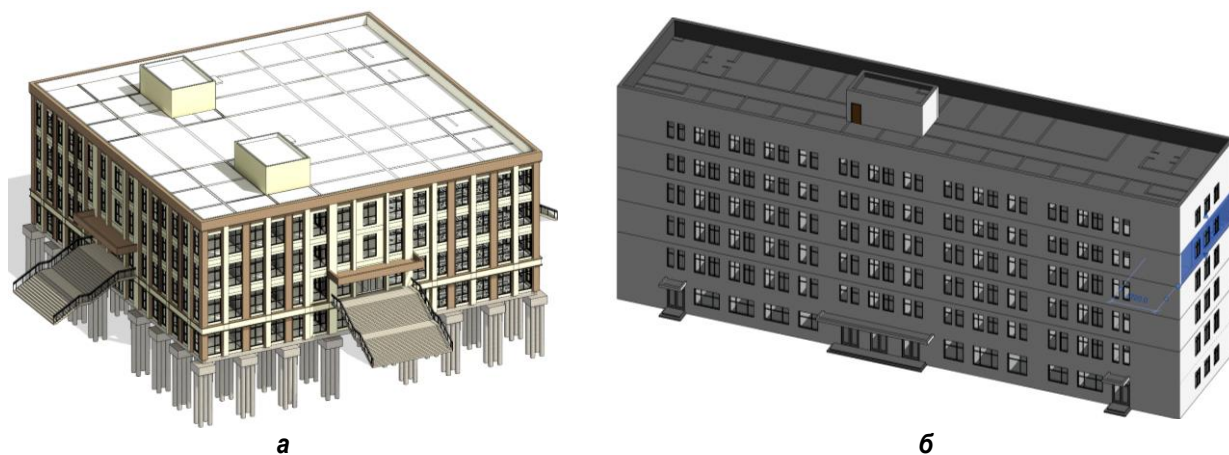


Рис. 3. Архитектурные модели объектов в Revit: а – здание библиотеки; б – здание общежития

стей стержневых и пластинчатых элементов зданий, т. е. формирование деформируемых свойств несущим элементам зданий путем задания соответствующих базовых механических характеристик используемых материалов. На рис. 4 приведены результаты формирования дискретных конечно-элементных моделей зданий в программе SCAD.

Нагрузки на здания принимались по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»¹, содержащих общие требования по назначению нагрузок, воздействий и их сочетаний на объекты строительства. Упрощенный расчет напряженно-деформированного состояния зданий производился с учетом воздействия на них собственного веса несущих элементов и «сне-

¹ СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия». М.: Минстрой России, 2020. 100 с.

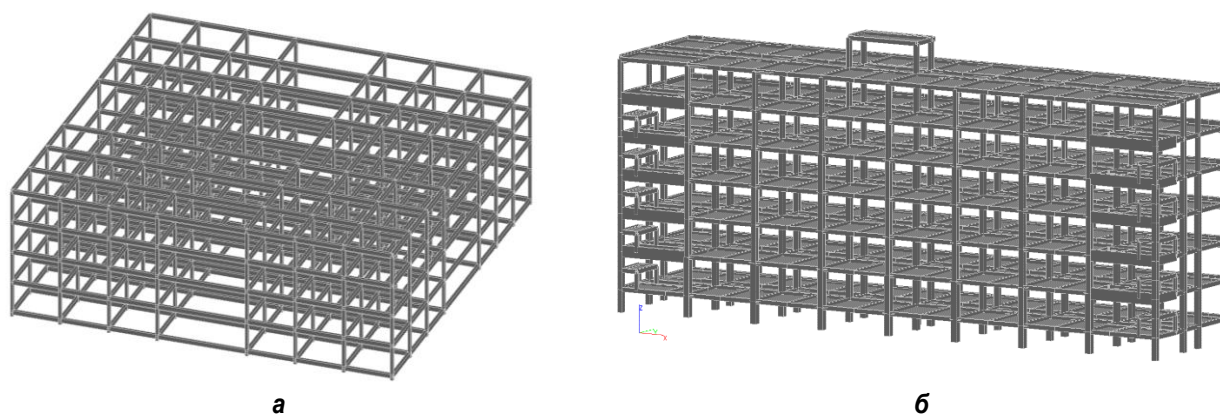


Рис. 4. Дискретные модели несущих элементов в SCAD: а – здание библиотеки; б – здание общежития

говой» нагрузки на верхние пластинчатые элементы зданий (рис. 5). При этом у обоих зданий граничные условия закрепления были приняты для их основания в виде ограничений по всем степеням свободы (отсутствие возможности какого-либо перемещения и вращения).

На рис. 6 приведены результаты статического расчета усилий в SCAD несущих элементов зданий в виде распределения значений продольной силы N в стержневых элементах (см. рис. 6, а, б) и виде распределения значений изгибающего момента в направлении M_y в стержневых элементах (см. рис. 6, в, г).

Для проведения экспертизы подобранных сечений несущих колонн были назначены класс используемого бетона, группы армирования колонн и остальные параметры для выполнения статического расчета. Результаты выполненного расчета в виде подбора арматуры приведены на рис. 7.

Как видно из результатов, представленных на рис. 7, а, для элементов колонн и ригелей здания библиотеки, принятые размеры сечений обеспечивают прочность несущих

элементов здания. Что касается элементов колонн здания общежития (рис. 7, б), отмеченных красным цветом, необходимо изменить размеры сечений участков этих колонн. Указанные элементы не проходят по прочности по касательным напряжениям для материала бетона, что требует пересмотра заданных значений размеров колонн на указанных участках [10, 11].

Подбор арматуры для укладки их в материале колонн с применением расчета в программе SCAD показал, что для некоторых участков отдельных колонн здания общежития арматура была подобрана неверно, что иллюстрируется на указанных участках повышенным значением касательных напряжений. Установленный факт может быть устранен путем изменения размеров сечений участков этих колонн.

Таким образом, посредством использования программы Revit разработаны информационные модели зданий библиотеки и общежития, расположенные в Харбине. На основе BIM-моделей были разработаны расчетные модели указанных объектов в программе SCAD

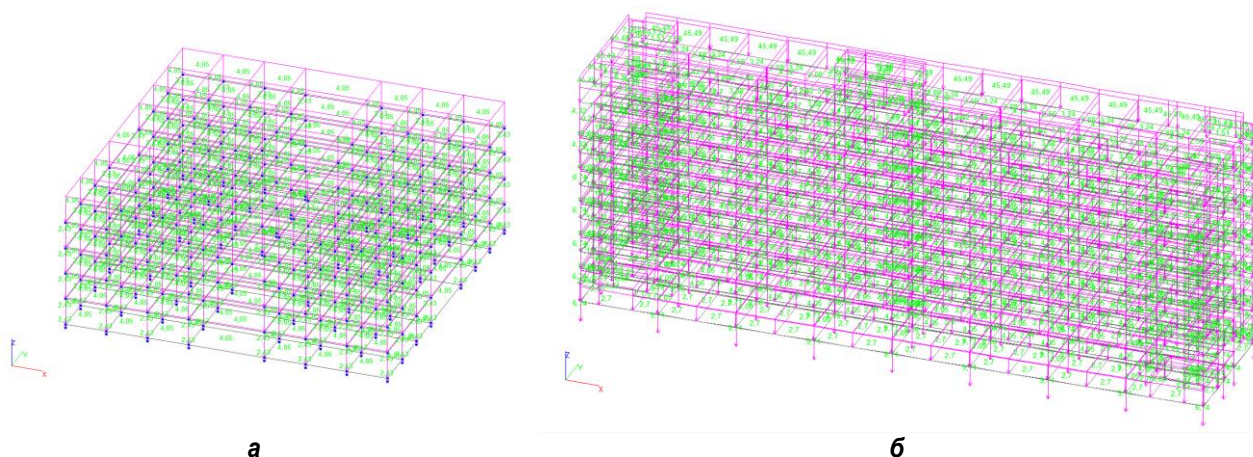


Рис. 5. Расчетные модели объектов в SCAD: а – здание библиотеки; б – здание общежития

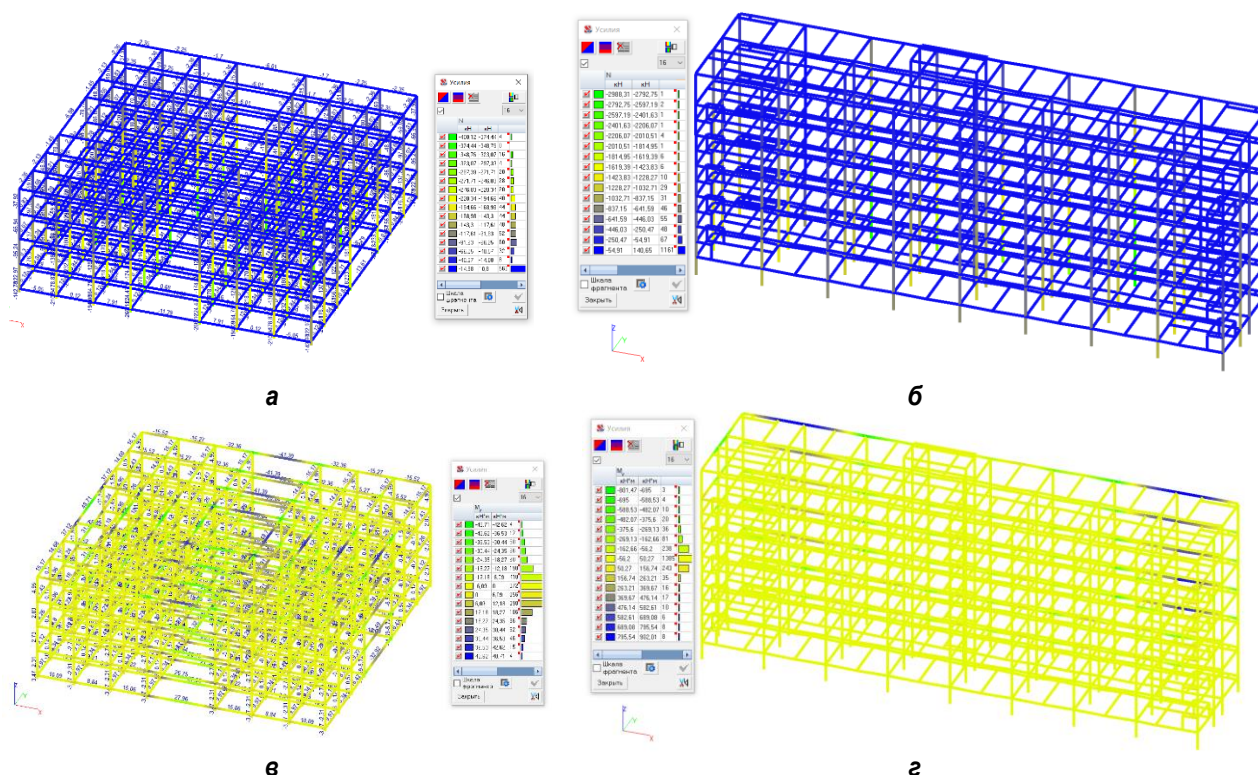


Рис. 6. Результаты статического расчета продольных усилий (а, б) и изгибающего момента (в, г) в SCAD: а, в – здание библиотеки; б, г – здание общежития

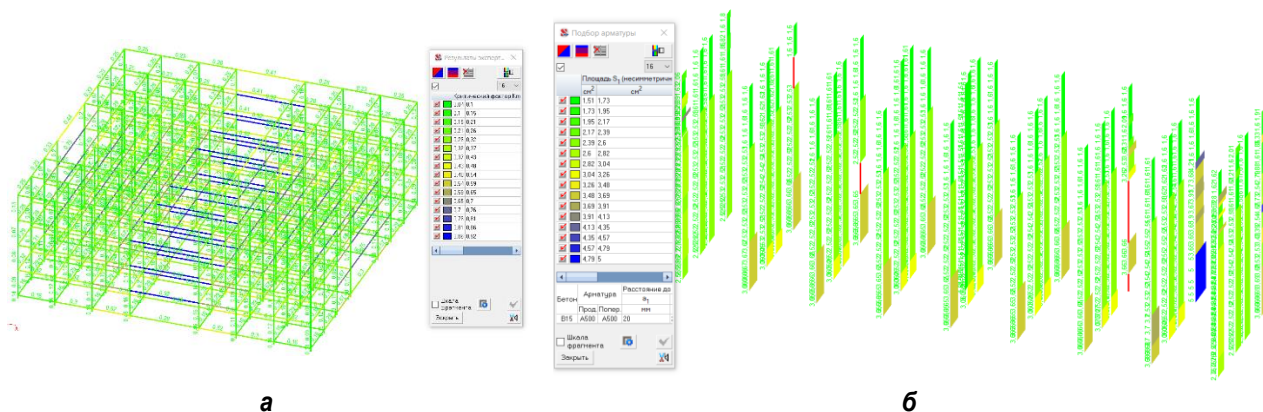


Рис. 7. Расчетные модели объектов в SCAD: а – здание библиотеки; б – здание общежития

для расчетного обоснования принятых проектных решений. Установлено, что несущая способность колонн здания общежития должна быть уточнена за счет учета в расчетной модели реальных размеров сечений и свойств использованных материалов. Также необходимо отметить, что примененные технологии

BIM открывают широкие возможности использования информационной модели зданий и их оперативное изменение на любом этапе жизненного цикла, при выполнении предварительного планирования процессов перепланировки, ремонта, реконструкции.

Список источников

1. Беляев А.В., Антипов С.С. Жизненный цикл объектов строительства при информационном моделировании зданий и сооружений // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 1. С. 65–72.
2. Лазарева Н.В., Зиновьев А.Ю. Регулирование выполнения работ при помощи информационных моделей в составе строительной-технической экспертизы // Новые технологии в строительстве. 2023. № 2. С. 98–104. <https://doi.org/10.24412/2409-4358-2023-2-98-104>.

3. Шемякина Т. Ю. Информационное моделирование строительных объектов: особенности применения и развития // Вестник ГУУ. 2020. № 7. С. 89–95. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2020-7-89-95>.
4. Зеньков Е.В., Зотов В.А., Гао Х., Сюй К. Управление информационной моделью объекта капитального строительства на стадии проектирования // Молодежный вестник ИрГТУ. 2023. Т. 13. № 3. С. 456–465. Режим доступа: <http://xn--b1agjigi1ai.xn--p1ai/journals/2023/03> (дата обращения: 17.01.2024).
5. Пименов С.И. Строительная информационная модель // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2022. № 3. С. 72–84.
6. Ланцов А.Л. Компьютерное проектирование зданий. М.: Consistent Software Distribution, 2014. 664 с.
7. 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. Режим доступа: <http://xn--b1agjigi1ai.xn--p1ai/journals/2022/04> (дата обращения: 17.01.2024).
8. Топчий Д.В., Юргайтис А.Ю., Попова А.Д., Юргайтис Ю.С. Формирование объектной топологии для гармонизации прохождения экспертизы проектной документации объектов перепрофилирования // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2019. № 4. С. 92–104.
9. Лазарева Н.В., Зиновьев А.Ю. Использование информационных моделей при проведении строительно-технических экспертиз // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2022. № 1 (39). С. 105–111.
10. Белоносов Д.Н. Экспертиза цифровых моделей и контроль проектных решений по технологии информационного моделирования // Современные инновации. 2019. № 1 (29). С. 36–39.
11. Ермакова М.А., Селезнёва Е.А., Зеньков Е.В., Яценко В.П. Особенности экспорта BIM модели из AUTODESK REVIT в SCAD++ // Молодежный вестник ИрГТУ. 2022. Т. 12. № 2. С. 317–324. Режим доступа: <http://xn--b1agjigi1ai.xn--p1ai/journals/2022/02> (дата обращения: 17.01.2024).

Информация об авторах / Information about the Authors

Зеньков Евгений Вячеславович,

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

Evgeniy V. Zenkov,

Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Associate Professor of 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

Чжан Лю,

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

Liu Zhang,

Student,
Architecture, Construction and Design Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
214720024@qq.com

Чэнь Пэнью,

студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
1102301257@qq.com

Pengyu Chen,

Student,
Architecture, Construction and Design Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
1102301257@qq.com

Чжан Лижун,

студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
22450601@qq.com

Lirong Zhang,

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

Архитектурные тенденции формирования производственных комплексов с внедрением систем роботизации

© Д.Е. Соснин¹, О.И. Саландаева^{1,2}

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

²Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. Строительные и производственные работы в архитектуре сложны по своей организации и выполнению, поскольку их структуру неизменно контролирует и приводит в исполнение человек. Они требуют максимальной отдачи и концентрации без права на ошибку. Сейчас, в век инноваций мы имеем возможность выстраивать архитектуру особым образом, чтобы она помогала ориентироваться внутри, обеспечивала бесперебойное производство, комфорт пребывания и просто дополняла окружающую среду своим обликом. Применяя новые подходы, мы можем ускорить ход исполнения производственных процессов и перевести ритм проектировочных и строительных работ в более автоматизированный механизм выполнения. За новые подходы отвечают системы роботизации, инициируя создание инновационных и удобных решений, основанных на базе новых технологий, продвигая производственный процесс, увеличивая качество производимой продукции, делая ее более совершенной, и уменьшая время затраты сил человека. Но для эффективной работы высокотехнологичных машин, необходимы условия управления ими специалистами. В статье выявлены тенденции архитектурного зонирования и формообразования, на примерах существующего строительства и производства, при условиях роботизации. Также отмечены положительные и негативные стороны подобного производства и сделан вывод о целесообразности данных процессов. На базе проведенного анализа выполнен проект универсального высокотехнологического производственного объекта.

Ключевые слова: роботизация производственных процессов, новый архитектурный облик, автоматизация строительства, архитектура роботов, аддитивные технологии, автономная техника, BIM

Architectural trends in the formation of production complexes using robotic systems

© Daniil E. Sosnin¹, Olga I. Salandaeva^{1,2}

¹Irkutsk National Research Technical University, Russian Federation,

²Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. Construction and production work in architecture is complex in its organization and execution, because its structure is invariably controlled and executed by a human being. They require maximum commitment and concentration, with no margin for error. Now, in the age of innovation, we have the opportunity to build architecture in a special way, when it helps to navigate inside, ensures smooth production, comfort and simply complements the surrounding environment with its appearance. By applying new approaches, we can speed up the execution of production processes and transform the rhythm of design and construction work into a more automated execution mechanism. Robotization systems are responsible for new approaches, initiating the creation of innovative and convenient solutions based on new technologies, advancing the production process, increasing the quality of products, making them more complete, and reducing the time spent on human effort. But for the effective work of high-tech machines, the conditions of their management by specialists are necessary. The article reveals the tendencies of architectural zoning and shaping, on the examples of existing construction and production, under the conditions of robotization. The article also notes the positive and negative aspects of such production and draws a conclusion about the feasibility of these processes. On the basis of the conducted analysis the project of universal high-tech production facility is carried out.

Keywords: robotization of production processes, new architectural look, construction automation, robot architecture, additive technologies, autonomous technology, BIM

В современном мире, где технологии и инновации развиваются с ошеломительной скоростью, технологии производства строительных работ также претерпевают кардинальные изменения, а архитектура производственных зданий попадает под веяния современных

тенденций. В эпоху цифровой трансформации роботизированные производства и фабрики становятся отражением передовых инноваций и важнейшим звеном промышленности. Для нас, при создании таких производств, важно не только внешнее и интерьерное

оформление, но и функциональность помещений. Это особенно актуально для объектов, которые используют робототехнику и искусственный интеллект в своих производственных циклах. Создание эффективной архитектуры такого здания – комплексная задача с рядом специфических требований. Системы автоматизированного управления обладают большим потенциалом для оптимизации работы предприятия. Очень важно грамотно интегрировать робототехнику и искусственный интеллект на всех этапах проектирования архитектурного объекта: от выбора площадки и до разработки внутреннего и внешнего облика здания, а также систем обеспечения работы здания и безопасности [1, 2].

Современные научные направления исследований и технологии, включая использование робототехники и искусственного интеллекта, значительно изменяют подходы к созданию архитектуры производственных зданий. В первую очередь, это касается обеспечения стерильности пространства, необходимой для многих видов производства. Роботы сегодня способны справляться со сложными задачами, которые трудновыполнимы для человека. Они могут работать в условиях высокого риска, но в пространстве, требующем особых стандартов чистоты. Например, в фармацевтике или электронике. Но архитектура таких зданий должна быть направлена на максимальное использование потенциала роботизированных систем: оптимизация планировки для бесконтактной работы; интеграция систем управления и контроля; привязка всех элементов к централизованной системе данных и систем контроля [1, 2].

В период индустриализации XX в. здания промышленного назначения приобрели новые черты, формы и функции. Важным стало не только производственное предназначение, но и эстетика объекта. С появлением роботизированных систем все изменилось еще сильнее. Пространство теперь должно быть максимально адаптировано для использования автоматического оборудования, что выявило задачи, направленные на создание новой архитектуры, отличной от существующих классических канонов. Необходимость логистической оптимизации, экологичности и скорости строительства также диктуют своеобразные

требования к внешнему облику зданий: преобразование геометрических форм, минимализм в отделке и цветовой палитре.

На данный период времени внедрение роботизированных процессов в архитектурное проектирование зданий является прорывом в индустрии. Использование 3D-моделирования и автоматизированного проектирования позволяет создавать уникальные формы зданий, неограниченные традиционными геометрическими параметрами. Когда в эпоху четвертой промышленной революции и Internet of Things (IoT) традиционные промышленные фабрики переосмысливаются, создавая новые возможности для интеграции роботов в производственное пространство, то это предлагает обновленный подход к проектированию и созданию рабочих мест, чтобы обеспечить более эффективный процесс работы с учетом автоматизации и цифровых технологий [7, 10].

Робототехника меняет ландшафт производства, создавая потребность в специально разработанных системах для оптимизации использования роботов. Методы планирования должны адаптироваться к этому изменению, чтобы обеспечивать безопасность сотрудников при одновременном увеличении эффективности операций.

Производственное пространство, основанное на робототехнике, представляет собой комплексное применение автоматического оборудования и различных технологий с целью оптимизации и повышения эффективности производственных процессов. Для достижения данных задач используются несколько основных методов. Во-первых, применение индустриальных роботов. Данный метод позволяет автоматизировать выполняемые задачи, устраняя необходимость выполнения монотонной работы ручным трудом, сокращает время выполнения операций и повышает качество конечной продукции. Во-вторых, внедрение искусственного интеллекта (AI) в производственное пространство, оптимизирующее стратегии работы. Алгоритмы машинного обучения могут анализировать данные, определять наиболее эффективные способы выполнения задач и автоматически корректировать параметры работы системы, создавая более адаптивное и гибкое функци-

онирование производственного процесса. В-третьих, создание цифровых двойников производства, что дает возможность предварительно моделировать и оптимизировать рабочее пространство перед его фактическим внедрением. Данный фактор позволяет проводить виртуальные тесты и эксперименты, анализировать и предупреждать возможные проблемы и ошибки, что существенно сокращает время и ресурсы, затрачиваемые на настройку и разработку физического производственного пространства [7, 10].

Проектирование производственного пространства с использованием робототехники обуславливает необходимость в широком спектре методологий и подходов. К примеру, применение IoT-технологий включает сбор данных с помощью датчиков, что способствует более эффективному управлению и контролю процесса производства. Это позволяет выявлять проблемные участки и осуществлять оперативное вмешательство для предотвращения неполадок [7, 10].

Кроме того, системы «машинного зрения» играют значительную роль в улучшении навигационных возможностей роботов. Благодаря использованию таких подходов, роботы могут более точно ориентироваться и перемещаться в пространстве, минимизируя время на передвижение и снижая возможность коллизий. Это в свою очередь способствует увеличению общей продуктивности и эффективности производства [9].

Опираясь на компьютерное моделирование и виртуальную реальность, проектировщики также получают возможность визуализировать будущее производственное пространство. Это позволяет выявить возможные проблемы и недостатки в концепции, а также осуществить необходимую оптимизацию, минимизируя риски и затраты в процессе реализации проекта [10].

Проектирование производственного пространства с использованием робототехники подразумевает обширный спектр методов и подходов. Главными из них являются компьютерное моделирование и виртуальная реальность. Также используются гибридные технологии, сочетающие AI и IoT для управления автоматизацией рабочего процесса. Анализ эффективности использования тех или иных

видов роботов осуществляется на основе математического моделирования, а также экономического анализа затрат на приобретение и обслуживание оборудования [7, 10].

Анализируя отечественный опыт в сфере исследуемой темы, стоит сказать, что российский рынок роботизированных производств активно развивается. Например, компания «Промобот», специализирующаяся на создании инновационных промышленных роботов и автоматических линий. Их продукция работает в секторах автомобилестроения, электроники, пищевой промышленности и нефтехимии. Сами роботы «Промобота» собираются в Перми, в технопарке Morion (рис. 1, а), который находится в границах города и прилегает к магистральному дорожному полотну районом, активно озелененным по своему периметру. Данное условие позволяет производству гармонично существовать в условиях городской среды [3].

Интересны планировочные решения уровней здания, где на достаточно современном уровне решаются различные запросы работников организации и посетителей производства. Здесь удобно разделяются людские потоки, не создавая спорных ситуаций взаимодействия, причем пути решения данного вопроса различны. Так, помимо самих планировок, организация внутренней инфраструктуры и интерьеры здания, где особая роспись стен, молдинг, меблировка и многое другое помогает нам ориентироваться в пространстве.

То же самое можно сказать и про фасадные, внешние, решения здания (рис. 1, б), которое было построено еще в советский период. Примечательны большие оконные проемы, предоставляющие хороший уровень освещенности внутренних пространств, обеспечивающий комфорт работы. При этом снаружи они также имеют преимущества, создавая легко считываемый образ и доверительное отношение к настолько открытому производству. Оформление наружных стен очень динамичное и живописное, цвета приятны глазу, а сама формообразующая композиция не перегружена, наоборот, она помогает человеку считывать окружение более эффективным образом. Собственно, такой набор производственных зданий может спокойно существовать в границах крупных общественных



а



б

Рис. 1. Технопарк Morio: а – общий вид; б – фасады

центров, различных объектов обслуживания транспорта, а также во взаимосвязи с массивом озеленения.

Еще одним заметным игроком в сфере роботизированных производств является Ростех – корпорация объединяет производителей высокотехнологичной продукции. Она успешно внедрила роботизированное производство на заводах по всей стране. В частности на заводе «АвтоВАЗ» используются сварочные роботы для повышения точности и скорости работы. Это позволило значительно улучшить качество выпускаемой продукции. Основное производство и штаб-квартира компании находятся в Тольятти, образуя единый комплекс. Важен фактор доступности и удобства, при котором головной офис и цеха производства неразрывно связаны в пределах одной локации. Стоит отметить, что «АвтоВАЗ» является градообразующим предприятием в Тольятти, расположен в специально созданном для работников и строителей, автозаводском районе и примыкает со стороны западной части города Тольятти. Безусловно, такой вариант позволяет создать отдельную рабочую инфраструктуру, не смешивая людские потоки, а равномерно распределяя их. Завод же стоит во главе района, на севере, примыкая своей территорией к магистральным автомобильным путям, обеспечивающих парковочными зонами и остановками общественного транспорта, а также имея в шаговой доступности медицинский центр. Комплекс «АвтоВАЗа» полностью самостоятельный, автомобили здесь производятся с нуля, в этом и преимущество, когда все рабочие процессы выполняются в границах одной локации [4].

Итак, каждый блок комплекса отвечает за

конкретный процесс подготовки к производству, непосредственно производству, испытанию и обучению (рис. 2, а). За процессы подготовки к производству отвечают блоки инженерии, отдела кадров и логистические центры. Производство реализуется в блоках штамповки, сварки, окраски, сборки. Испытания продукции проводятся на испытательном треке, а обучение в учебном центре. Говоря про объемные решения форм зданий (рис. 2, б) нужно отметить, что в большинстве своем это линейные плоскостные объекты, характерные для промышленности. Но здесь имеется своя иерархия, выделяющаяся по высоте, когда во главе доминантным элементом выстраивается инженерный логистический отдел разработки, достигая высоты в более чем двадцать этажей, затем следуют учебный центр, отдел кадров и цех сварки высотой от десяти этажей и ниже, а после идут остальные производственные зоны, ниже по высоте. Внешний облик зданий не слишком примечателен, здесь нет обозначений на фасадах, они лишь остеклены по всему своему периметру, но каждое здание заключено в коробку с синими ребрами, выложенными фасадными плитами, отсылая к логотипу и индивидуальному дизайн-коду компании. Внутри зданий фабрики выстраивается интересная инфраструктура, связывающая каждый блок между собой и создавая непрерывность производства, когда постоянно ведется активная работа. Такой масштабный комплекс может вполне органично существовать во взаимосвязи с крупными общественными центрами и транспортными объектами инфраструктуры, но чаще всего подобные производства являются самостоятельными, со своей приватной внутренней инфраструктурой.



а



б

Рис. 2. АвтоВАЗ: а – функциональные особенности блоков АвтоВАЗа; б – объемные решения зданий АвтоВАЗа

Также стоит отметить Ульяновский автомобильный завод (УАЗ), где был внедрен системный подход к использованию роботов: они выполняют сложные операции, требующие высокой точности. Сам завод и штаб-квартира компании располагаются на левом берегу города Ульяновск, примыкая к Московскому шоссе. Они работают схожим с АвтоВАЗом образом, когда управление и производство находятся в одной локации, собираясь в единый комплекс. УАЗ также является градообразующим предприятием Ульяновска, включая в свои границы территории общественно-деловых зон, жилых кварталов, индустриального парка, металлургического и вспомогательного производства и сам УАЗ (рис. 3, а). Обращаясь к формообразующим комплексам, следовало бы отметить главную доминанту – бизнес-центр УАЗ и расположенное рядом административное здание автозавода, в то время как остальные объекты комплекса относятся к производству и имеют характерные линейные плоскостные решения формы. Внутри завода создан единый поток производственного процесса, простирающийся на несколько сотен гектаров. С точки зрения инфраструктуры и доступности, данный рабочий район решен вполне хорошо, аккуратно вписываясь в структуру города и позволяя людям удобно перемещаться в организованной взаи-

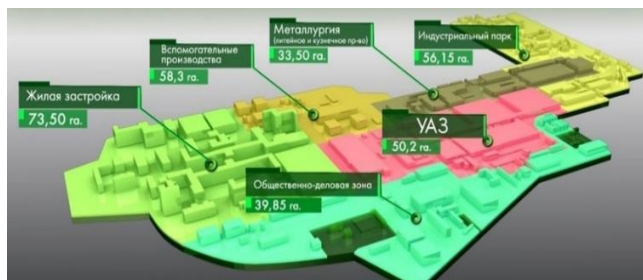
мосвязи работы, дома и отдыха. Главные непроизводственные здания завода хорошо работают во взаимосвязи внешнего архитектурного облика с окружающей его общественно-деловой застройкой, составляя единую панораму (рис. 3, б), когда производственные здания находятся за оболочкой фасада и не контрастируют с городской улицей [5].

Данные примеры демонстрируют потенциал и возможности применения роботизации в промышленности на достаточно традиционном уровне, обеспечивающим исключительно производство продукции, без углубления в тему инновационной совершенности пространственной организации производства. В зарубежном опыте встречаются более прогрессивные примеры реализации таких производств.

Отличным примером является автомобильный концерн Tesla Inc, где большую часть работ выполняют роботы, что значительно снижает время и издержки на производство. Еще один успешный пример – Amazon. Его склады оснащены тысячами роботов Kiva, которые ускоряют сортировку товаров и обработку заказов. Amazon является крупнейшей площадкой для онлайн-торговли в мире, через него работает три миллиона продавцов. Каждый исполнительный центр Amazon занимает от пяти до шести гектар. Стилистически



а



б

Рис. 3. УАЗ: а – общий вид на УАЗ с улиц; б – схема районов УАЗа

в фасаде участвуют желтый, белый и черный цвета. Формы зданий преимущественно линейные плоскостные, с перепадами высот размером в этаж, с включением доминантных элементов параллелепипедального типа (рис. 4, а). Объектам Amazon характерны линейные оконные включения, также на крыше часто устанавливаются параллельные обрешетке кровли световые фонари (рис. 4, б). Это помогает поддерживать комфорт работников заводов и цехов сортировки товаров компании. Внутренняя инфраструктура достаточно проста – это зачастую крупные, связанные между собой цеха, рассредоточенные по своим функциональным особенностям и связаны бытовыми помещениями. Территориально объекты Amazon, связанные с производством, располагаются в пригородных территориях, дабы не мешать потоки городского населения и не нагружать транспортную сеть. Такие здания организуют свою структуру, без интеграции с другими компаниями [8].

Цифровая фабрика Siemens в Германии также демонстрирует успехи в этой области. Роботы здесь занимаются не только сборкой комплектующих, но и самостоятельно проводят качественный контроль продукции. В Мюнхене находится штаб-квартира, она располагается в центре города. Siemens Healthineers – подразделение немецкой компании, занимающееся производством медицинского

оборудования, филиалы которого располагаются в разных точках мира. Например, филиал, находящийся в Массачусетсе (США), расположен на пересечении магистральных дорог, недалеко от жилой застройки индивидуального порядка. Также рядом с производственным комплексом находится большой торговый центр и река. Функционально здание делится на блоки логистического центра, компьютерной разработки, производства и испытания продукции. Примечательно, что оно не занимает внушительных территорий, в отличие от наших производственных объектов. Фабрика в США использует не только периметры первого этажа, она также задействует и высоту, выстраивая рабочие производственные процессы на разных этажах. В этом ее преимущество, если говорить об используемых территориях. Также хотелось бы отметить экологичность материалов, подходы к фильтрации и устранению отходов. Здесь это позволяет такому зданию существовать близ жилой частной застройки. Если рассматривать архитектурный облик здания (рис. 5), то он весьма прост и не вызывает вопросов, не контрастирует с окружающей средой, гармонично вписывается в пригородные территории, окруженные лесным массивом. Но, безусловно, здание такого влияния не может организовывать свою работу в городе, учитывая пагубность воздействия на среду [7].



а



б

Рис. 4. Amazon: а – типовой облик зданий; б – цех сортировки товаров



Рис. 5. Архитектурный облик здания Siemens Healthineers

Сингапур является центром инновационных технологий, автоматизации, роботизации и передовых решений в самых разных сферах. Это обосновывает решение компании Dyson открыть здесь полностью роботизированный завод по производству двигателей с цифровым управлением. Персонал завода минимален, лишь небольшая группа людей следит за исправностью и ходом работы автоматизированных линий, также есть специалисты, выявляющие брак. Завод хорошо защищен, доступ в помещения осуществляется по индивидуальным пропускам или биометрии. Блоки объекта работают по принципу стерильности и разделении относительно функциональных задач. Существуют разные отделы, располагающиеся по особой иерархии, от формирования идеи до первичного производства, тестов, финальных шагов доработки и экспорта. Производственное предприятие располагается в удалении от больших городов, его окружают лишь небольшие поселковые образования и удобная транспортная магистраль, позволяющая совершать объемные экспортные и импортные поставки. Территория имеет внушительную площадь, более чем 100 га, на ней располагаются объекты по сборке оборудования, отделы экспортных зон, логистические корпуса, дата центры, объекты хранения готовой продукции, отдельных деталей и производственных ресурсов, а также транспорта и т.д. Важно отметить, что на заводе реализуются принципы зеленого производства, когда степень пагубного влияния на природную среду снижена и стремится к минимуму. Архитектурные решения внешнего облика комплекса не стремятся захватить внимание или получить одобрение (рис. 6), они сделаны на

качественном уровне, когда главной целью является организация удобной функциональности инфраструктуры рабочей среды, зон отдыха и комфортной транспортной ситуации [6].

В результате, основываясь на выявленных факторах формирования роботизации архитектуры производства, автором был разработан ФОР-проект фармацевтического производственного комплекса такого типа. На первых стадиях разработки, была сформирована основная идея, говорящая о том, что производство, это не только работа и тяжелый труд. Важным было обеспечить работников различными видами функциональных помещений, помимо тех, что являются обязательными, для производственного блока. Таким образом, в структуру здания были включены комнаты отдыха, помещения для развлечений и групповых игр, мужские и женские спортивные залы, галерейные пространства с визуальными эффектами и инсталляциями, кафе, комнаты для генерации идей, конференц-залы, компьютерные, пространства для тихого отдыха и восстановления сил. Помимо простого отдыха, стояла задача обеспечить дружественную обстановку в коллективе, создав наибольшее количество пространств для группового времяпровождения, вне рабочего процесса. Все четыре блока здания имеют разную функциональную направленность, от разработки проекта производимой продукции, до ее экспорта (рис. 7, а). Связь между данными блоками проходит как через уровень первого этажа, так и через воздушные коридоры, идущие от блока к блоку и создающие прием закольцованности (рис 7, в), на котором основан производственный процесс. Говоря про систему производства, отмечу главный



Рис. 6. Внешний облик завода Dyson

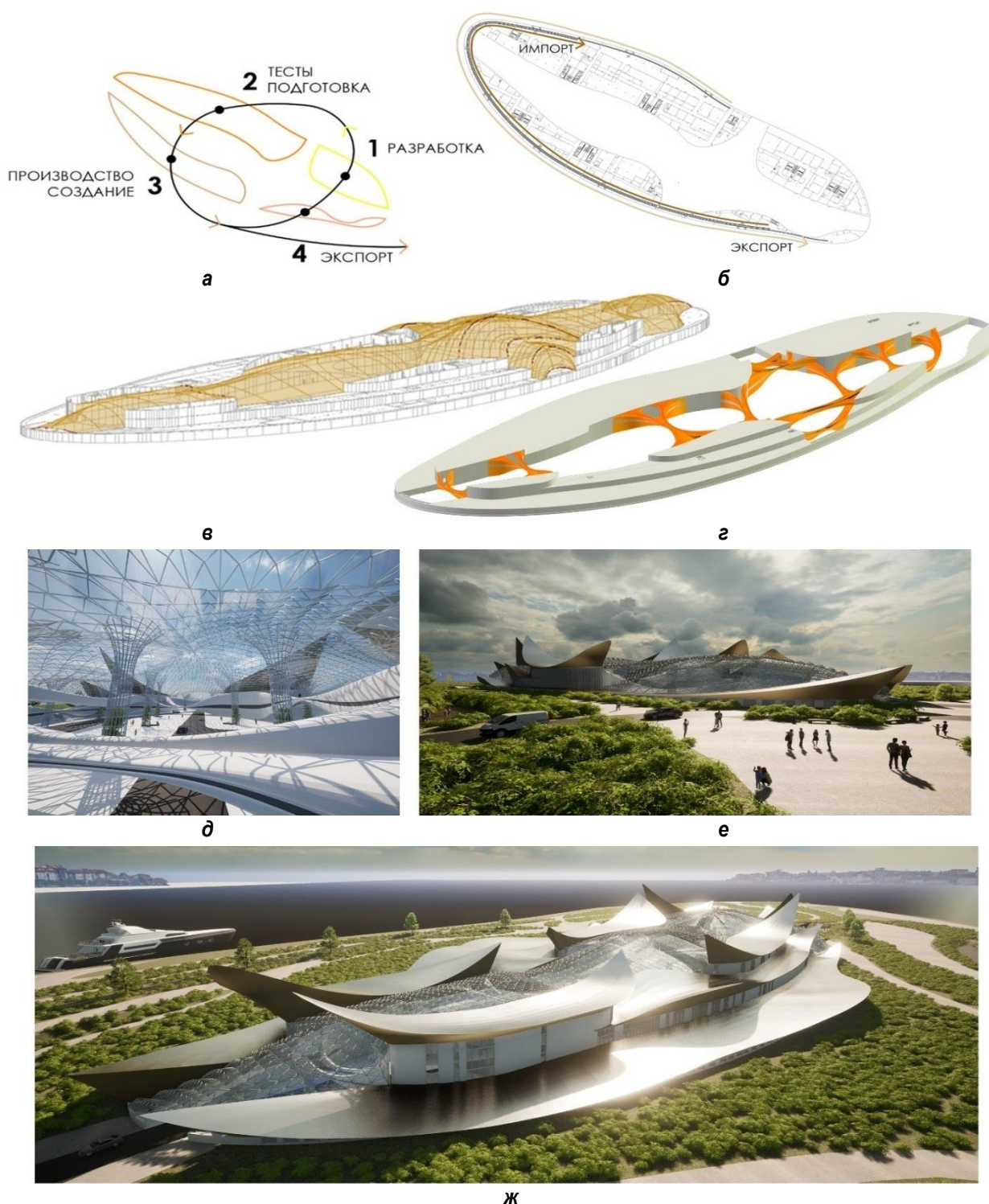


Рис. 7. ФОР-проект фармацевтического производственного здания: а – функции основных блоков; б – схема работы конвейеров; в – схема параметров главного атриума холла; г – воздушные коридоры; д – главные холл; е, ж – виды с улицы (разработка автора)

элемент, который был введен для универсальности работы и уменьшения площади здания. Это двухполосная конвейерная лента, в которой первая полоса обеспечивает доставку ресурсов, необходимых для производства, из зоны импорта, а другая, транспортирует готовый продукт в зону экспорта (рис. 7, б). Без-

условно, подобный элемент является главным в структуре рабочего процесса и должен обеспечиваться функциями обслуживания и защиты, внедренными в помещения, прилегающие к конвейеру по всему его периметру. Также, для стабильности производственного регулирования, в рабочих зонах, предусмот-

рены коридоры и помещения стерильности, где происходит непосредственный контакт с лентой и тяжелыми химическими процессами. Отходя от производства, стоит сделать акцент на главном холле объекта. Он покрыт большим стеклянным атриумом (рис. 7, в, д), выполненным на перекрестно-стержневой системе, под которым организуется транспортная доступность и пешеходные пространства, с системой зеленых насаждений. Подобный облик холла, с визуальной точки рассмотрения, олицетворяет городскую улицу, под стеклянным куполом, создавая некую законченность для объекта и делая его самостоятельным, во всех смыслах.

Говоря про внешний облик здания (рис. 7, е, ж), важно отметить идеологическую привязку, на основе которой формировался визуальный образ и внутренняя структура. Основой послужил цветок лотоса, олицетворяющий традиционно-историческую преемственность, переход от ручного труда к машинной автоматизации. Материалы также играют важную роль не только в формате визуально-эстетического восприятия, но и в плане культурной ценности. Здесь происходит активное использование дерева в формах лепестков, когда и тот и другой объект были важными частями сказаний, легенд и историй древнего Китая, помимо этого дерево было самым актуальным материалом возведения объектов на протяжении всей истории. Стекло и металл являются связующими между прошлым и современным, идею этого более ясно поддерживает транспортный узел, пролегающий под хрустальным атриумом объекта. Созданный

проект имеет не только материальную важность, он помогает поддерживать и развивать историческое богатство Китая, воплощая его в визуальном прочтении.

Таким образом, успешная реализация роботизации на производстве становится ключевой стратегией для многих передовых компаний по всему миру. Возможности использования робототехники в архитектуре и работе производственных зданий безграничны. Изменение организации процессов, увеличение эффективности и устойчивости становятся реальностью. Высокотехнологичные производственные комплексы реализуют принципы прогрессивного развития, являющегося источником зарождения инноваций и передовых технологий, способствующих созданию более зеленой и экологически устойчивой архитектуры зданий и комплексов. В перспективе, роботизированные здания могут полностью преобразить промышленную архитектуру и привести к новым уровням организации пространства инновационных комплексов. Несмотря на конкуренцию и высокие затраты, инновации появляются с оптимистичной регулярностью, предлагая новые решения. При этом, роботизация влияет не только на функциональные процессы, но и на архитектурные инструменты формирования облика зданий, делая их более гибкими и адаптивными, что отвечает самым современным требованиям в формировании городов. Такая тенденция задает новую веху, новый виток в архитектурно-строительной среде, демонстрируя глобальные потенциалы в развитии и призывая к совершенствованию.

Список источников

1. Астахова К.Г. Как работает «фабрика будущего»? // ПОСТНАУКА. 2021. Режим доступа: <https://postnauka.org/wtf/155994> (дата обращения: 25.12.2023).
2. Hessman T.M. The Dawn of the Smart Factory // IndustryWeek. 2013. Режим доступа: <http://www.industryweek.com/technology/dawn-smart-factory> (дата обращения: 15.11.2023).
3. Переверзев А. Роддом «Промоботов»: как производят знаменитых пермских роботов // ФедералПресс. 2022. Режим доступа: <https://fedpress.ru/article/3116003> (дата обращения: 15.11.2023).
4. Стороженко В.А. ВАЗ: история создания и развития. ОАО «АвтоВАЗ» // FB. 2016. Режим доступа: <https://fb.ru/article/274480/vaz-istoriya-sozdaniya-i-razvitiya-oao-avtovaz> (дата обращения: 15.11.2023).
5. Бабаева В.Е. УАЗ начал применять технологию промышленного Интернета вещей // УАЗ. 2019. Режим доступа: <https://www.uz.ru/blog/news/uz-uses-technology-of-the-industrial-internet-of-things> (дата обращения: 15.11.2023).
6. Alvin Soon. In pictures: Inside Dyson's new Singapore Technology Centre // HWZ. 2018. Режим доступа: <https://www.hardwarezone.com.sg/feature-pictures-inside-dysons-new-singapore-technology-centre/dyson-tech-centre-10> (дата обращения: 07.02.2024).
7. Лапинов А.И. Концепция цифрового производства компании Siemens в рамках Индустрии 4.0 // Системный администратор. 2018. Режим доступа: <https://samag.ru/archive/article/3617> (дата обращения: 15.11.2023).

8. Сергеев А.Н. Amazon. Алгоритмы работы самого крупного ритейлера в мире // Хабр. 2017. Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/pochtoy/articles/406783/> (дата обращения: 15.11.2023).
9. Kinza Yasar., Ben Lutkevich. What is machine learning and how does it work? In-depth guide // TechTarget. 2023. Режим доступа: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/machine-vision-computer-vision> (дата обращения: 06.02.2024).
10. Вотолкин В.Н., Бурмистрова А.А. Индустрия 4.0: Перспективы развития // Цифровые технологии в экономической сфере: возможности и перспективы: сб. науч. статей. Тамбов, 2017. С. 131–136.

Информация об авторах / Information about the Authors

Соснин Даниил Евгеньевич,

студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
daniel.stg.oberlin@gmail.com

Daniil E. Sosnin,

Student,
Architecture, Construction and Design Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
daniel.stg.oberlin@gmail.com

Саландаева Ольга Ивановна,

доцент кафедры архитектуры
и градостроительства,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
ведущий инженер отдела
сейсмостойкого строительства,
Институт земной коры СО РАН,
664033, г. Иркутск, Лермонтова, 128,
Российская Федерация
salandaeva@ramdler.ru

Olga I. Salandaeva,

Associate Professor, Architecture
and Urban Planning Department,
Architecture, Construction and Design Institute,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
Lead Engineer of the Earthquake
Engineering Department,
Institute of the Earth's Crust SB RAS,
128 Lermontov St., Irkutsk 664033,
Russian Federation
salandaeva@ramdler.ru

Морской вокзал в поселке Пристань-Пржевальск: его роль в концепции развития туристско-рекреационного потенциала Иссык-Кульской области

© Н.К. Топчубаев, И.Е. Дружинина

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

Аннотация. Цель работы заключается в изучении участка поселка Пристань-Пржевальск с возможностью размещения морского вокзала и его роли в концепции развития туристско-рекреационного потенциала Иссык-Кульской области. Возможности, которыми обладает Бишкек, наделяют его преимуществом зарабатывать больше в сфере туризма, несмотря на то, что Иссык-Куль признается туристическим центром страны и имеет более высокий рекреационный потенциал. Однако для полной реализации потенциала Иссык-Куля необходимо обеспечить доступность его рекреационных ресурсов. Первым шагом к обеспечению доступности рекреационных ресурсов Иссык-Куля является развитие инфраструктуры. Вторым важным аспектом – разработка оптимального маршрута для туристического потока. В связи с этим был предложен дополнительный туристический маршрут, который берет свое начало на юго-востоке в международном аэропорту Каракол и протекает через Пристань-Пржевальск по озеру Иссык-Куль в другие населенные пункты. В данном маршруте Пристань-Пржевальск играет роль отправной точки морского путешествия по озеру Иссык-Куль. Исходя из этого, основополагающая идея проектирования заключается в реконструкции именно пристани и зоны отдыха в прибрежной части озера для запуска морского транспорта и улучшения рекреационной инфраструктуры поселка. Пока туризм в Кыргызстане не будет поддерживаться правительством, страна будет продолжать зависеть от доходов, полученных преимущественно от своих граждан в сфере общественного питания. В то же время полный потенциал рекреационного региона Иссык-Кульской области не будет реализован. Иссык-Куль обладает огромными возможностями для отдыха не только местного населения, но и иностранных туристов, но, чтобы его полностью использовать, необходимо обеспечить им доступность к ресурсам. Для достижения этой цели требуется развитие инфраструктуры и создание оптимального туристического маршрута. Только такой подход позволит создать комфортные условия для отдыхающих и позволит им насладиться всем, что Иссык-Куль и его окрестности предлагают в плане рекреации и отдыха.

Ключевые слова: Иссык-Куль, туризм, рекреация, ресурс, потенциал, доступность, маршрут

Marine terminal in the village of Pristan-Przhevalsk: its role in the concept of development of tourism and recreational potential of the Issyk-Kul region

© Nursultan K. Topchubaev, Inna E. Druzhinina

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The purpose of the article is to study the site of the village of Pristan-Przhevalsk with the possibility of placing a marine terminal, and its role in the concept of development of the tourist and recreational potential of the Issyk-Kul region. The opportunities that Bishkek has give it the advantage of earning more in the tourism sector, despite the fact that Issyk-Kul is recognized as the country's tourist center and has higher recreational potential. However, to fully realize the potential of Issyk-Kul, it is necessary to ensure the availability of its recreational resources. The first step to ensuring the accessibility of recreational resources in Issyk-Kul is the development of infrastructure. The second important aspect is the development of an optimal route for the tourist flow. In this regard, an additional tourist route was proposed, which originates in the southeast at Karakol International Airport and runs through Pristan-Przhevalsk along Lake Issyk-Kul to other settlements. In this route, Pristan-Przhevalsk plays the role of the starting point for a sea voyage on Lake Issyk-Kul. Based on this, the fundamental idea of the design is to reconstruct the pier and recreation area in the coastal part of the lake, to launch marine transport and improve the recreational infrastructure of the village. Until tourism in Kyrgyzstan is supported by the government, the country will continue to depend on income received primarily from its citizens in the catering sector. At the same time, the full potential of the recreational region of the Issyk-Kul region will not be realized. Issyk-Kul has enormous opportunities for recreation not only for the local population, but also for foreign tourists, but in order to fully use it, it is necessary to ensure their access to resources. To achieve this goal, infrastructure development and the creation of an optimal tourist route are required. Only this approach will create comfortable conditions for vacationers and allow them to enjoy everything that Issyk-Kul and its surroundings offer in terms of recreation and recreation.

Keywords: Issyk-Kul, tourism, recreation, resource, potential, accessibility, route

Введение

Иссык-Куль – одно из крупнейших и красивейших озер в Центральной Азии, расположенных на территории Республики Кыргызстан. Озеро имеет уникальные особенности и привлекает внимание экологов со всего мира, а в последние годы стало популярным направлением для туристов (рис. 1, а). Прекрасные пейзажи, чистая природа и богатое историческое наследие делают его идеальным местом для отдыха. Однако для полной реализации рекреационного потенциала Иссык-Куля необходимо обеспечить доступность его ресурсов и разработать оптимальный маршрут для туристического потока.

В данной статье мы изучим аналитику туристической сферы Республики Кыргызстан и рассмотрим проект морского вокзала в поселке городского типа Пристань-Пржевальск, а также его роль в концепции развития туристско-рекреационного потенциала Иссык-Кульской области.

Пристань-Пржевальск с 1944 г. имеет статус поселка городского типа, подчиненного администрации города Каракола. Расположен к северо-западу от Каракола на берегу озера Иссык-Куль. Он лежит на высоте более 1,5 км над уровнем моря и окружен горными вершинами Тянь-Шаня. Поселок, имея наименее развитую рекреационную инфраструктуру по сравнению с другими приморскими населенными пунктами, играет важную роль в концепции развития туризма в Иссык-Кульской области.

Анализ сферы туризма

Республики Кыргызстан

По данным Национального статистического комитета Кыргызской Республики было зарегистрировано более 10300 субъектов, осуществляющих деятельность в сфере туризма.

Из них 46 % – рестораны, 34 % – туристические агентства, 10,4 % – гостиницы, 8,5 % – предприятия отдыха и туризма, 0,9 % – санаторно-курортные учреждения и 0,2 % – природные парки и заповедники. Как мы видим из вышеописанных цифр, наибольшая доля субъектов туристической отрасли приходится на рестораны и точки общественного питания (рис. 1, б).

Если рассмотреть туризм в разрезе территории, то можно заметить, что концентрация субъектов туристической отрасли приходится на столицу. Иссык-Кульская же область с существенным отрывом занимает вторую позицию в рейтинге субъектов туристической отрасли несмотря на то, что признается туристическим центром страны.

Большая часть ресторанов, туристических агентств и гостиниц находится в столице, тогда как предприятия туризма и учреждения отдыха, а также санаторно-курортные учреждения в основном расположены в Иссык-Кульской области.

Подобное распределение предприятий туристической отрасли можно объяснить тем, что Бишкек является деловым и культурным центром Кыргызстана благодаря следующим наиболее важным факторам:

- наличие относительно развитой инфраструктуры;
- высокая плотность населения;
- притяжение квалифицированной рабочей силы;
- центр подготовки кадров и образовательный центр государства;
- концентрация государственных органов и институтов принятия решения;
- хаб торговых потоков.

Превосходство столицы над другими субъектами страны безусловно. Возможности, которыми обладает Бишкек, наделяют его преимуществом зарабатывать больше, нежели другие территории страны, в сфере туризма, несмотря на более высокий рекреационный потенциал Иссык-Кульской области.

Результатом концентрации бизнеса в столице является отражение высокой доходности Бишкека за счет туризма. Официальная статистика демонстрирует высокую долю доходности туристической отрасли в Бишкеке, на которую приходится 61 % от всей выручки туристической отрасли страны (рис. 1, в).

Как мы могли проследить, максимальная доля доходов в сфере туризма формируется благодаря ресторанам, точкам общественного питания и гостиницам, которые концентрируются в столице. Именно эти субъекты вносят ключевой вклад в формирование дохода туристической отрасли.

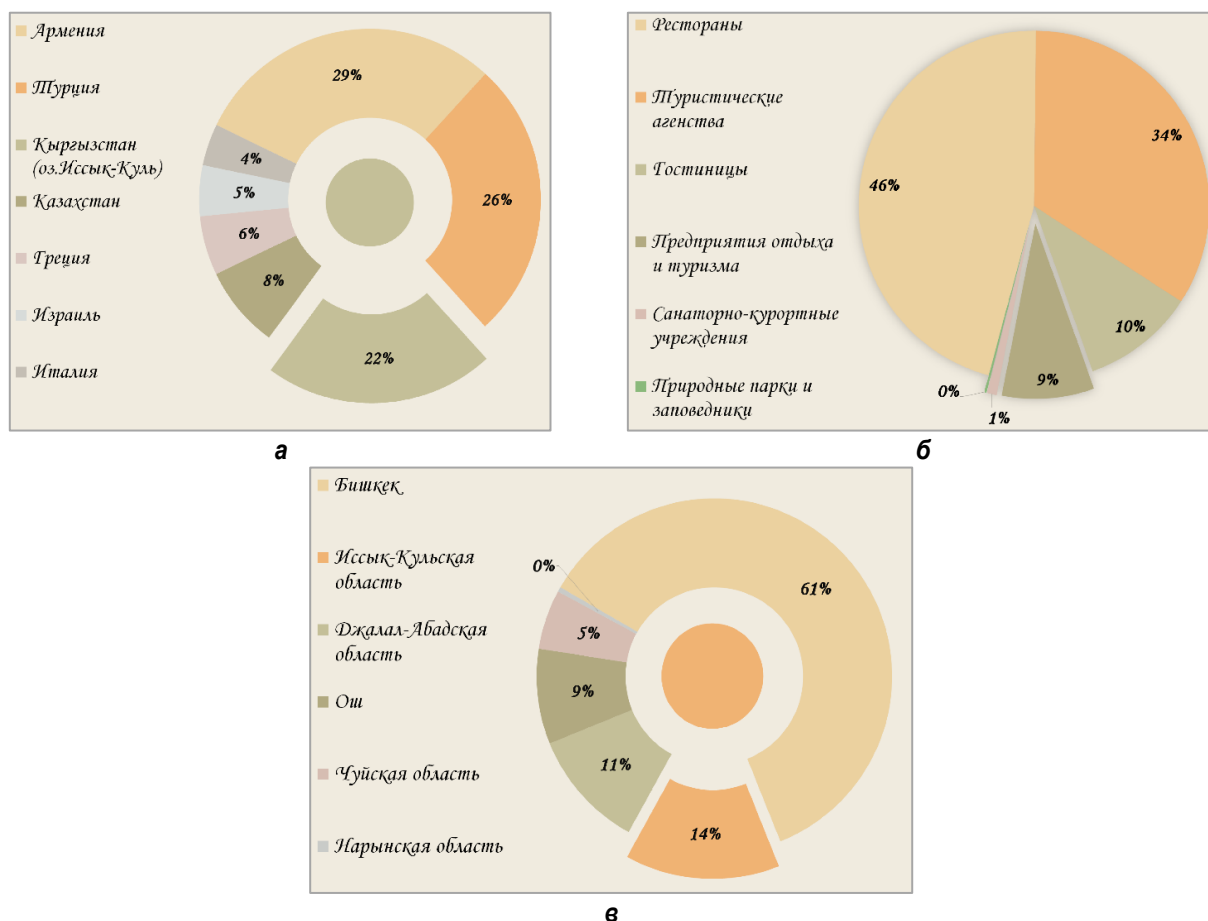


Рис. 1. Данные национального статистического комитета Республики Кыргызстан:
а – самые популярные страны для отдыха среди российских туристов;
б – субъекты, осуществляющие деятельность в сфере туризма;
в – доходы, полученные субъектами государства в сфере туризма

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что пока отечественный туризм не достигнет мировых стандартов, не проведет оптимизацию издержек с целью снижения цен и не получит широкую государственную поддержку, Кыргызстан будет продолжать зависеть от доходов отечественных граждан, потребляющих услуги преимущественно через объекты общественного питания [1–3].

Концепции развития туристско-рекреационного потенциала Иссык-Кульской области

Как было сказано выше, Иссык-Куль имеет огромный туристический потенциал. Особенность озера состоит в том, что благодаря скоплению солей оно не замерзает и имеет уникальный химический состав, являющийся лечебным для человека. Озеро Иссык-Куль – это приятный морской воздух, песчаные пляжи, термальные и минеральные воды, лечебные грязи. И множество достопримечательностей,

раскинувшихся вокруг озера: от памятников, музеев, зданий и сооружений до национальных парков, заповедников, лесов и гор (рис. 2) [4–7].

Береговая линия озера растянулась почти на 700 км, которые условно делят его на южную и северную часть. Северный берег более популярен среди отдыхающих – тут и близость к Бишкеку, и песчаные пляжи, и историко-культурные достопримечательности, и более мягкий климат, из-за чего туристический сезон длится дольше. Южный берег более дикий, тут больше природных достопримечательностей и безлюдных пляжей. Тем не менее те, кто уже много раз путешествовал по Иссык-Кулю, советуют начинать с южного берега. Именно здесь можно одновременно полюбоваться заснеженными горными вершинами, альпийскими лугами и густыми еловыми лесами, соседствующими со степью и пустыней. Однако для полной реализации рекреационного потенциала Иссык-Куля необхо-

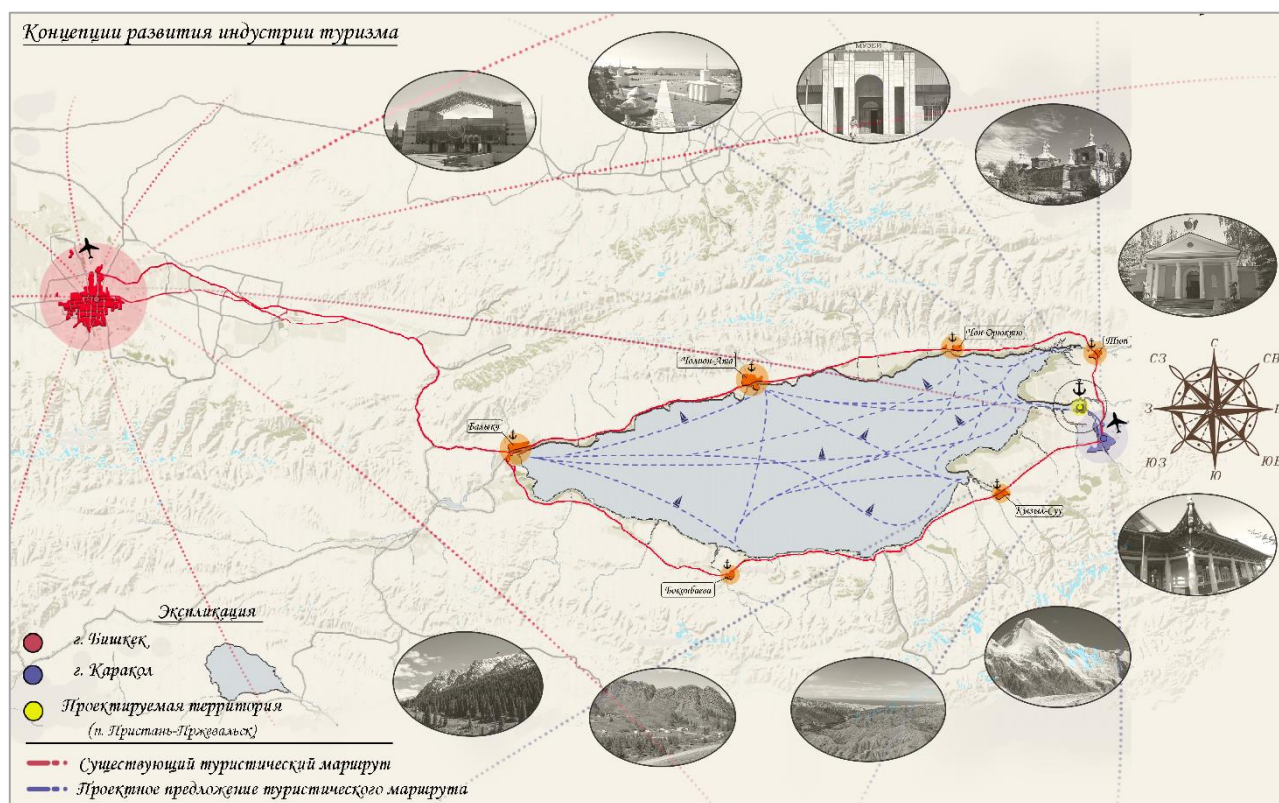


Рис. 2. Схема существующего и рекомендуемого туристического маршрута по озеру Иссык-Куль

димо обеспечить доступность его ресурсов и разработать оптимальный маршрут для туристического потока [8–11].

Большинство туристов начинают свой маршрут до Иссык-Куля от Бишкека, куда отправляются регулярные рейсы из крупных городов России. Расстояние от Бишкека до города Каракола на Иссык-Куле по трассе – 404 км, что составляет время в пути около шести часов.

Как обеспечить доступность рекреационных ресурсов Иссык-Куля? По какому маршруту направить туристический поток, чтобы реализовать рекреационный потенциал Иссык-Куля?

Первым шагом к обеспечению доступности рекреационных ресурсов Иссык-Куля является развитие инфраструктуры. Необходимо создать дорожные сети и транспортные маршруты, обеспечивающие удобное и безопасное перемещение туристов. Это может включать расширение и улучшение существующих дорог, строительство новых путей и развитие общественного транспорта. Кроме того, следует предусмотреть удобные парковки и доступ к общественным транспортным средствам для туристов, прибывающих на автомобилях.

Второй важный аспект – разработка туристического маршрута, который позволит пол-

ностью реализовать рекреационный потенциал Иссык-Куля. Озеро окружено живописными горами и национальными парками, такими как Ала-Арча и Сокулук. Маршрут должен включать посещение этих парков, где туристы смогут насладиться природой, пешими прогулками и альпинизмом. Также следует предложить варианты активного отдыха, такие как водные виды спорта, рыбалка и катание на велосипедах.

Кроме того, туристический маршрут должен (может) включать посещение исторических и культурных достопримечательностей региона. На берегах Иссык-Куля расположены развалины древних городов, остатки средневековых крепостей и памятников архитектуры. Это историческое богатство региона должно быть доступно для посещения туристами.

В связи со всем вышесказанным, был предложен дополнительный туристический маршрут, который берет свое начало на юго-востоке в международном аэропорту Каракол и пролегает через Пристань-Пржевальск по озеру Иссык-Куль в другие населенные пункты. Благодаря такому маршруту мы имеем следующее:

– существенное сокращение автомобильного пути до озера с 185 км до 12 км;

– снижение дорожной нагрузки как по маршруту Бишкек – Иссык-Куль, так и по всей Иссык-Кульской области;

– запуск морского транспорта, такого как пассажирские суда и суда-паромы с автомобильными парками;

– доступность ресурсов области (возможность выйти в круиз по озеру и осмотреть все достопримечательности Иссык-Куля в короткий срок, не проезжая автомобильный путь в 700 км вокруг озера);

– снижение роли столичного аэропорта (Бишкек), за счет открытия прямого авиамаршрута до Иссык-Кульской области в международный аэропорт Каракол (с середины 2022 г. в аэропорту Каракола проводится реконструкция).

Формирование морского вокзала в поселке городского типа Пристань-Пржевальск и его роль в концепции развития

На данном маршруте Пристань-Пржевальск имеет наименее развитую туристическую инфраструктуру по сравнению с другими приморскими населенными пунктами. Он играет роль отправной точки морского путешествия по озеру Иссык-Куль. Исходя из этого

был выбран курортный поселок городского типа Пристань-Пржевальск, подчиненный администрации города Каракола Иссык-Кульской области. В первую очередь автора привлекло уникальное географическое расположение этого места. Поселок расположен в 12 км к северо-западу от Каракола на берегу озера Иссык-Куль, у места впадения в озеро реки Каракол. Он лежит на высоте более 1,5 км над уровнем моря и окружен завораживающими заснеженными горными вершинами Тянь-Шаня, зимой и летом город защищен от сильных ветров, благодаря чему климат здесь мягче, чем в других регионах.

Основополагающая идея проектирования заключается в реконструкции пристани и зоны отдыха в прибрежной части озера для запуска морского транспорта и улучшения рекреационной инфраструктуры поселка (рис. 3, 4) [12–15].

Несомненно, все вышеперечисленные причины повлияли на основную концепцию и задачи проведенного исследования:

1. Сохранение ориентации улиц в исторически сложившихся кварталах, проектирование общественных пространств.

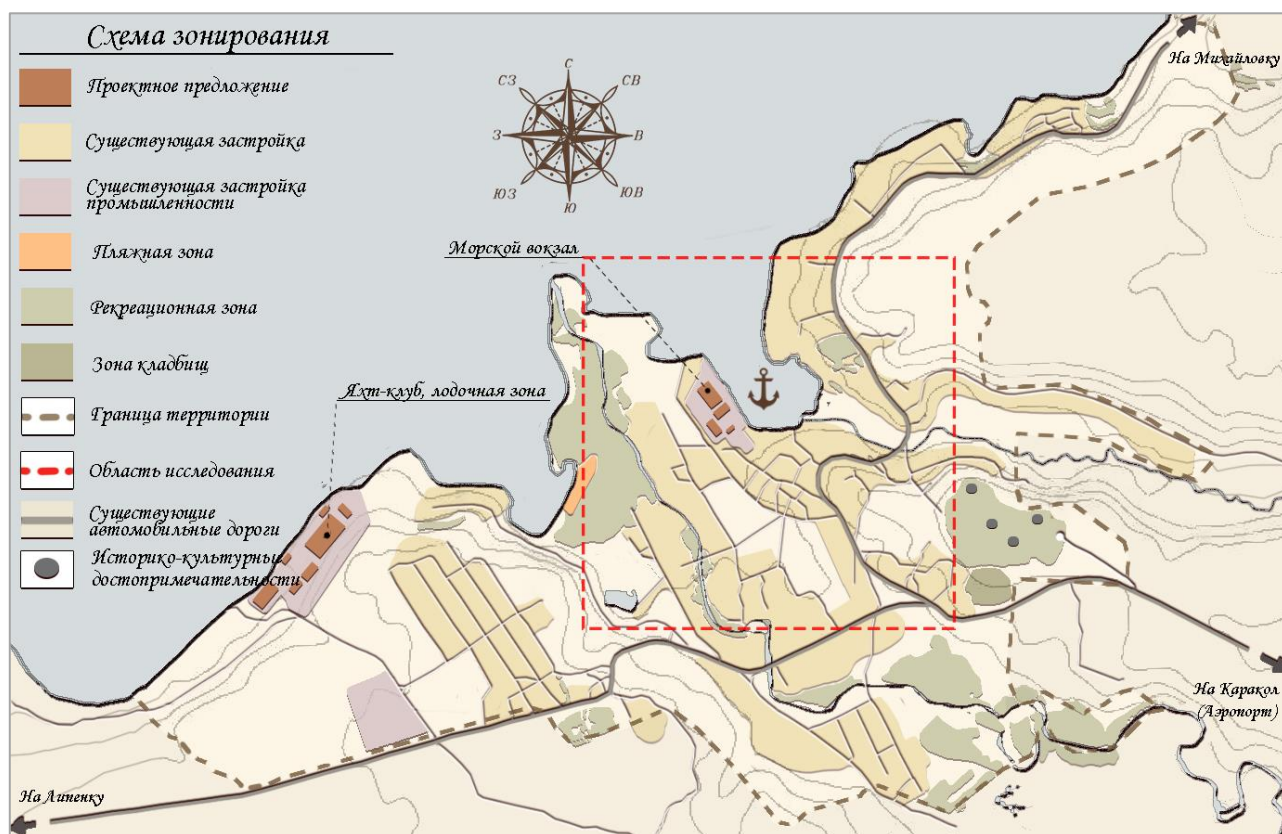


Рис. 3. Схема зонирования поселка Пристань-Пржевальск



Рис. 4. Анализ градостроительной формы поселка Пристань-Пржевальск

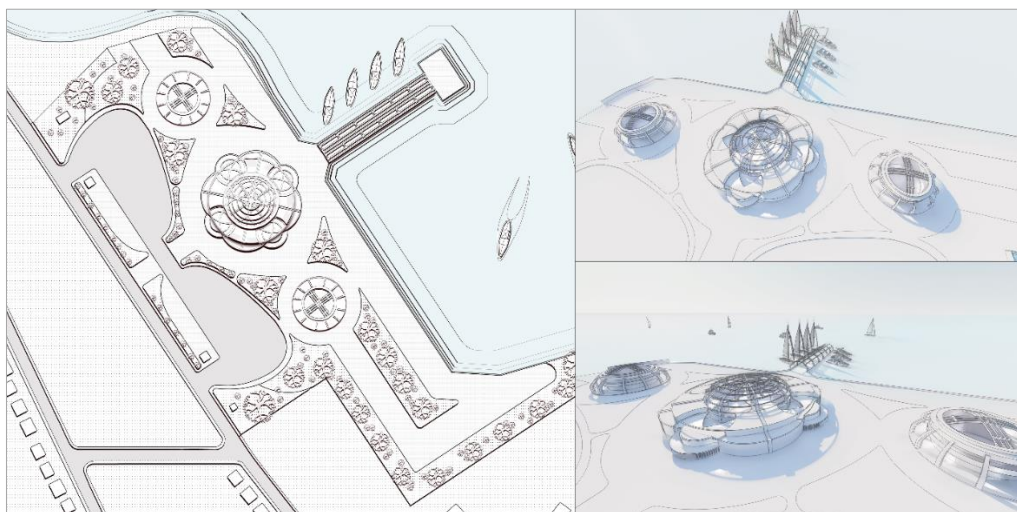


Рис. 5. Концепция комплекса пассажирского морского вокзала

2. Улучшение рекреационной инфраструктуры за счет проектирования зоны отдыха (пляж).

3. Трансформирование старой (существующей) застройки пристани под морской вокзал (рис. 5), яхт-клуб и лодочную зону для развития туристического потенциала поселка и всей Иссык-Кульской области.

Заключение

На основании анализа современной ситуации можно сделать вывод, что без государ-

ственной поддержки и соответствия мировым стандартам Кыргызстан будет все так же зарабатывать только за счет собственных граждан на ресторанах и общественном питании, не реализуя рекреационный потенциал Иссык-Кульской области в полной мере.

Иссык-Куль обладает огромным рекреационным потенциалом, который можно полностью реализовать только при условии доступности его ресурсов. Развитие инфраструктуры, оптимальный туристический маршрут –

вот ключевые меры, способствующие достижению этой цели. Только так можно создать комфортные условия для туристов и позво-

лить им насладиться всем, что Иссык-Куль и его окрестности предлагают для рекреации и отдыха.

Список источников

1. Кучукова А.Б. Туризм в Кыргызстане // Актуальные научные исследования в современном мире. 2019. № 6–1 (50). С. 22–31.
2. Осмонбекова Р.Б., Джунушалиев С.К. Современное состояние развития горнолыжного туризма в Кыргызской Республике // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2020. № 1. С. 91–94.
3. Сариева Ш.К., Султанова А.А. Внутренний туризм как приоритетный фактор регионального развития в Кыргызстане // Евразийское научное объединение. 2020. № 5. С. 307–310.
4. Рунова В.А. Туристско-рекреационный каркас юго-восточных прибрежных территорий озера Иссык-Куль и перспективы развития к 2050 году // Наука молодых – будущее России: сб. науч. статей VII Междунар. науч. конф. перспективных разработок молодых ученых (г. Курск, 12–13 декабря 2022 г.). Курск, 2022. Т. 4. С. 470–474.
5. Ташбаева С.А., Тултуков Б.Т. Перспективы развития туризма и рекреация в Иссык-Кульской области // Научное обозрение. Экономические науки. 2016. № 1. С. 106–108.
6. Туголбаева Д.М., Турдубекова Э.Н. Экологический туризм в Кыргызстане // Кыргызский экономический университет имени М. Рыскулбекова. 2023. № 1 (58). С. 150–154.
7. Темирбеков Ж.Т. Основные направления развития различных видов транспорта в Кыргызстане // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина. 2015. № 4 (36). С. 128–132.
8. Жумашев К.Ж., Акылбекова Р.А. Природно-ресурсные предпосылки для развития туризма и отдыха южного побережья Иссык-Куля // Известия Вузов Кыргызстана. 2019. № 1. С. 26–30.
9. Жыргалбеков Т.Ж. История развития туризма в Кыргызстане (50-е годы XIX века – 80-е годы XX века): автореф. дис. ... д.и.н.: 07. 00. 02. Бишкек, 1995. 40 с.
10. Ляпин А.А., Дружинина И.Е. Гринвей, как новый вид городского зеленого строительства в зарубежной архитектурной практике: сб. тр. Междунар. науч. конф. (г. Иркутск, 25 апреля 2019 г.). Иркутск, 2019. С. 12–59. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/667/1/012059>.
11. Нарынбеков У.К., Аманбекова А. Развитие зимнего туризма в Кыргызстане (на примере горнолыжной базы «Каракол») // Известия вузов Кыргызстана. 2022. № 3. С. 236–239.
12. Королькова А.А. Обзор современного отечественного опыта проектирования морских вокзалов // Современные тенденции развития науки и технологий: сб. науч. трудов по материалам Междунар. науч.-практ. конф. (г. Белгород, 29 апреля 2017 г.). Белгород, 2017. Ч. 5. С. 157–161.
13. Котельникова А.В. Морской вокзал как символ культуры города // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. 2014. № 4–6. С. 96–99.
14. Котельникова А.В. Современные особенности формирования генеральных планов морских вокзалов // Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАПХИ: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (г. Москва, 06–10 апреля 2015 г.). М., 2015. С. 329–331.
15. Козлов В.В., Хромешкин В.М. Байкальская ривьера: инновационные основы планирования проектирования управления. Иркутск: ИрГТУ, 2010. 431 с.

Информация об авторах / Information about the Authors

Топчубаев Нурсултан Кенжекулович,
студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
3x3x3x2016@mail.ru

Nursultan K. Topchubayev,
Student,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
3x3x3x2016@mail.ru

Дружинина Инна Евгеньевна,
профессор,
профессор кафедры архитектурного проектирования,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
irk.allegro.id@gmail.com

Inna E. Druzhinina,
Professor,
Professor, Architectural Design Department,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
irk.allegro.id@gmail.com

Особняк купца М.Д. Бутина – памятник деревянного зодчества Иркутска

© П.С. Горощенова, О.А. Горощенова

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

Аннотация. В столице Восточной Сибири – Иркутске, сохранились памятники деревянного зодчества, представляющие интерес как для историков, так и для деятелей культуры. Они внесены в список охраняемых государством зданий. К ним относятся усадьбы декабристов Волконского и Трубецкого, Дом купцов Шастиных («кружевной дом»), особняк купца М.Д. Бутина (Дом актера). В работе рассматривается местоположение особняка, его история, краткая биография архитектора А.И. Кузнецова (1865–1904 гг.), по проекту которого было возведено здание, а также современное состояние памятника культуры. Немаловажным в процессе изучения темы является бытование особняка, его назначение и использование. В зависимости от эпохи менялись не только названия улиц, на которых он расположен, но и его назначение. В XX в. в особняке размещалась резиденция командующего войсками Иркутского военного округа, центральный исполнительный комитет Советов Сибири, центральный штаб рабоче-крестьянских дружин интернационалистов и т.д. Интересна биография первого владельца особняка – М.Д. Бутина (1835–1907 гг.) – образованного человека, который прожил насыщенную жизнь, наполненную путешествиями, активной общественной и предпринимательской деятельностью, а также благотворительностью.

Ключевые слова: Восточная Сибирь, Иркутск, деревянное зодчество, Дом актера, М. Д. Бутин, эклектика, история и бытование памятника архитектуры

Merchant M.D. Butin's mansion is a monument of wooden architecture in Irkutsk

© Polina S. Goroschionova, Olga A. Goroschenova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. In Irkutsk, the capital of Eastern Siberia, monuments of wooden architecture have been preserved, which are of interest to both historians and cultural figures. They are included in the list of buildings protected by the state. These include the estates of the Decembrists Volkonsky and Trubetsky, the House of Merchants Shastins (the Lace House), the mansion of the merchant M.D. Butin (the Actor's House). The article discusses the location of the mansion, its history, a brief biography of the architect A.I. Kuznetsov (1865–1904), according to whose project the building was erected, as well as the current state of the cultural monument. An important thing in the process of studying the topic is the existence of the mansion, its purpose and use. Depending on the era, not only the names of the streets on which it is located changed, but also its purpose. In the 20th century, the mansion housed the residence of the commander of the troops of the Irkutsk Military District, the Central Executive Committee of the Soviets of Siberia, the central headquarters of the workers' and peasants' squads of internationalists, etc. The biography of the first owner of the mansion, M.D. Butin (1835–1907), an educated man who lived a rich life filled with travel, active social and entrepreneurial activities, as well as charity, is interesting.

Keywords: Eastern Siberia, Irkutsk, wooden architecture, House of Actor, M.D. Butin, eclecticism, history and existence of an architectural monument

История. Дом актера или особняк купца М.Д. Бутина (рис. 1) отличается от всей сохранившейся до наших дней старинной деревянной застройки Иркутска оригинальной композицией и богатым декоративным убранством фасада, которые делают это здание одной из жемчужин деревянного зодчества Сибири.

Одноэтажный особняк был возведен в 1897–1898 гг. в Театральном (Хасановском)

переулке для нерчинского купца М.Д. Бутина. Проект разработал талантливый иркутский архитектор Алексей Иванович Кузнецов (1865–1904 гг.) [1]. За годы своего обучения в Императорской академии художеств он получил две серебряных медали за творческие работы в 1888 и 1890 г. После обучения был направлен в Иркутск, где в 1892 г. начал службу в техническо-строительном комитете.



Рис. 1. Особняк купца М.Д. Бутина в Иркутске

В 1895–1902 гг. А.И. Кузнецов – городской архитектор Иркутска. Большинство зданий, построенных им в Иркутске, выполнены, по словам историка А.Н. Гаращенко, в одном из направлений архитектуры историзма (эkleктика) [2, 3]. Так, им были спроектированы и построены дом инженера путей сообщения И.И. Никитина (1902–1903 гг., ул. Литвинова, 1), аптека М.Г. Писаревского (1897–1899 гг., ныне ул. Дзержинского, 34), здание нынешнего санатория «Ангара» (1901 г., ул. Железнодорожная, 4) и многие другие [4].

Дом М.Д. Бутина считается первой иркутской работой Алексея Кузнецова. Он применял необычные для Сибири архитектурные приемы. Особняк имеет сложное объемно-планировочное решение (рис. 2), его фасады выполнены с использованием стилей классицизма и ренессанса, украшены тонко проработанным лепным декором (рис. 3). Стоит отметить, что декоративные элементы такого рода больше характерны для каменных домов, нежели для жилого деревянного дома. Таким образом, особняк является шедевром деревянного зодчества Иркутска.

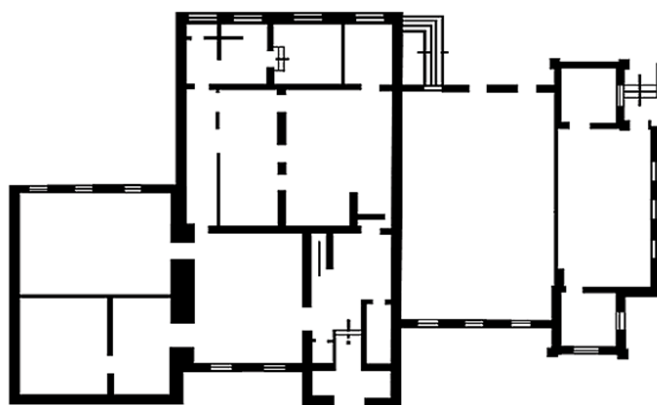


Рис. 2. План здания
(изображение из открытого источника¹)

¹ Ольга. Иркутск деревянный, Дом актера. Понедельник, 18 июня 2012 г. Режим доступа: https://po-vecheram.blogspot.com/2012/06/blog-post_18.html (дата обращения 04.02.2024).



Рис. 3. Элемент декора особняка

Особняк купца М.Д. Бутина расположен в маленьком Г-образном проезде, который отделяет Иркутский областной драматический театр от клуба «Эстрада». Раньше Хасановский переулок назывался Театральным проездом. В 1920 г. название сменили на Коммунистический переулок, а в 1950-е он стал Хасановским – в честь Хасановских боев – столкновения Японии и СССР у озера Хасан и реки Туманная летом 1938 г. [5, 6].

Бытование. Владелец дома (рис. 4) был нерчинский купец первой гильдии, золотопромышленник Михаил Дмитриевич Бутин (1835–1907 гг.). Он был прекрасным предпринимателем, являлся крупнейшим золотодобытчиком Восточной Сибири (50 золотых присков в Забайкалье, Амурской и Приморской областях), имел солеваренный, железоделательный и винокурный заводы, а также совместную фирму с братом Николаем «Торговый дом братьев Бутиных» [7].



Рис. 4. М.Д. Бутин. Автор фото: В.Г. Чеховский. Москва, 1897

Биография купца М.Д. Бутина довольно интересна и насыщена, его называли «сибирским американцем». «Где родился, там и пригодился» – это о нем. В родном Нерчинске благодаря средствам М.Д. Бутина были построены аптека, типография, музыкальная школа, художественное училище, Воскресенский собор.

Купец часто бывал за границей, много путешествовал по России. Он являлся организатором экспедиции в Китай (1870 г.) и участником торгового соглашения между двумя странами [8].

Он постоянно занимался самообразованием и изучением новых технологий. С этой целью он путешествовал по России, Европе и Америке. Особенно результативной оказалась поездка в 1870 г. в США, где он изучал технологию добычи золота. Накопленный опыт купец внедрил на своих рудниках.

Помимо занятия бизнесом, он писал популярные статьи, вел общественную деятельность, три раза становился гласным городской думы Иркутска, являлся директором Иркутского комитета о тюрьмах и неизменным членом Благотворительного общества. В 1893 г. выделил тысячу рублей на строительство Иркутского городского театра, жертвовал деньги на развитие Восточно-Сибирского отделения Императорского Российского географического общества, помогал первому иркутскому детсаду [9].

В 1904 г. Михаил Дмитриевич тяжело заболел и написал завещание, в котором оставил Нерчинскому общественному управлению почти два млн руб., родственникам 150 тыс., а иркутский особняк с землей и со всеми дворовыми постройками – жене, Марии Александровне. В 1907 г. Бутин умер в Нерчинске [10]. Вдова переехала в столицу, а дом перешел в городскую собственность. Некоторое время здесь размещались училище, инженерное ведомство, польско-чешское общество. До 1917 г. в нем находилась резиденция командующего войсками Иркутского военного округа. В революционные годы в особняке располагались Центральный исполнительный комитет Советов Сибири, а затем Центральный штаб ра-

боче-крестьянских дружин интернационалистов. Именно в этом доме в 1917 г. был подписан мирный договор после кровопролитных боев большевиков с силами контрреволюции. Когда же Иркутск был освобожден от белогвардейских войск, то в здании сделали Центральный штаб рабоче-крестьянских дружин интернационалистов.

В 1918 г. особняк использовался начальником Сибвоенкомата Александром Таубе. В 1920–1923 гг. здание занимал Иркутский губернский комитет российской коммунистической партии. После – губернский совет физкультуры. В 1935 г. он стал коммунальной квартирой. До 1978 г. в нем проживало более десятка семей.

В 1975 г. особняк М.Д. Бутина прославился как место съемок фильма «Звезда пленительного счастья»². В Иркутск приехали звезда польского кино Эва Шикуньска, советские артисты первой величины Олег Стриженов, Алексей Баталов, Ирина Купченко, Наталья Бондарчук и еще мало тогда известный Игорь Костолевский. В фильме также задействовали актера Иркутского драматического театра Виталия Венгера.

Однако связанная с этими съемками история не обошлась без инцидента. Особняк купца М.Д. Бутина был представлен в фильме как губернаторская резиденция. Но он не совсем соответствовал настоящему зданию, которое находилось рядом с автовокзалом. Местные власти, чтобы ничего не мешало камере, срубили два старых клена, росшие на территории особняка. Это решение вызвало недовольство у иркутской общественности, которая посчитала это действие варварством.

К съемкам художественного фильма здание было отреставрировано и стало очевидным, что ему необходимо иное определение, чем коммунальная квартира. В Иркутске имелся Союз театральных деятелей, но у него не было своего физического места расположения. Народный артист СССР Михаил Ульянов, бывший в то время председателем театральных деятелей, обратился к иркутским властям с просьбой о передаче особняка в ведение театралов. В 1977–1979 гг. интерь-

² BaikalGo – сайт-путеводитель по Байкальскому региону. Дом актера. Режим доступа: <https://baikalgo.ru/where/dom-aktjora/> (дата обращения 04.02.2024).

еры дома были перепланированы специально для Иркутского отделения союза театральных деятелей. А 24 марта 1980 г. здание сменило название на «Дом актера». Именно с этого времени исторический особняк купца М.Д. Бутина стал принимать в свои стены представителей творческой интеллигенции. Кроме того, он стал камерной сценой Иркутского музыкального театра, в нем организовали театральную студию для детей, стали проходить спектакли, концерты и творческие вечера.

В 1980 г. в Доме актера прошла большая региональная научно-практическая фольклорная конференция. Председатель Иркутского областного отделения театральных деятелей В.С. Орехов рассказал в одном из интервью, что в то время в Иркутске актерам негде было собраться, пообщаться, обсудить планы и творческие работы. Это стало возможным благодаря открытию Дома актера, а также внедрению системы гостевых билетов, когда каждый актер мог пригласить двух своих гостей. Можно было зайти в театральное кафе, выпить чашку хорошего кофе и поговорить по душам. Таким образом бывший особняк купца М.Д. Бутина объединил под своей крышей театральное братство.

За время более чем 125-летней эксплуатации, здание стало приходить в негодность: появились трещины на фасаде, стали обвали-

ваться деревянные перекрытия, требовалась реконструкция всех инженерно-технических систем.

В настоящее время памятник архитектуры реставрируется под постоянным техническим надзором. Всего на восстановительные работы было выделено 181 млн рублей из областного бюджета. Виталий Соколов, руководитель службы по охране объектов культурного наследия Иркутской области, подтвердил, что в здании Дома актера сохранены капитальные деревянные стены, обшивка из калеванной доски и многочисленный лепной декор из дерева и гипса. В настоящее время декор был удален с здания и отправлен на реставрацию в мастерские.

Восстанавливается также флигель³, когда-то бывший винной лавкой, старые винные склады. Вместе с особняком М.Д. Бутина эти два здания составляют архитектурно-исторический комплекс.

Все в целом в современной перспективе станет памятниками истории и культуры регионального значения. Работы планируют завершить в четвертом квартале 2024 года.

Памятник важен для Иркутска как часть его истории. Пока мы бережем культурное наследие нашего города, нашим потомкам будет что изучать и куда заглянуть с приветом из будущего.

Список источников

1. Гуляева К.О. Мастера эпохи историзма конца XIX – начала XX века в Иркутске // Баландинские чтения. 2019. Т. 14. № 1. С. 365–372. <https://doi.org/10.24411/9999-001A-2019-10105>.
2. Гаращенко А.Н. Иркутский исторический некрополь: Иерусалимское кладбище. Иркутск: Земля Иркутская, 2016. 463 с.
3. Герасимов А.П. Эволюция стилей в деревянной архитектуре Западной Сибири. Томск: Томский архитектурно-строительный университет, 2017. 196 с.
4. Ляпин А.А. Городские архитекторы Иркутска в начале XX века // Известия Лаборатории древних технологий. История. 2018. Т. 14. № 1 (26). С. 147–154. <https://doi.org/10.21285/2415-8739-2018-1-147-154>.
5. Дулов А.В. Улицам Иркутска – исторические названия. Иркутск: Оттиск, 2009. 60 с.
6. Горощенкова О.А. От навигацкой школы к техническому университету. Иркутск: ИРНТУ, 2015. С. 26.
7. Белых Е.А. Дом актера в ожидании реставрации // Les Alpha. 2017. Режим доступа: <https://les.media/articles/605556-dom-aktera-v-ozhidanii-restavratsii> (дата обращения: 04.02.2024).
8. Захарова И.М., Мандрик М.В. О подготовке частной торгово-промышленной и ученой экспедиции братьев Бутиных в Китай в 1870 г. // Mongolica. 2023. Т. 26. № 2. С. 11–18.
9. Гольдфарб С.И. Иркутск, Иркутск... Рассказы из истории старого города. Иркутск: Агентство «Комсомольская правда – Байкал», 2007. 584 с.
10. Бушуева Е.С. Меценат М.Д. Бутин: культурологический анализ деятельности // Вестник читинского государственного университета. 2007. №1 (42). С. 58–63.

³Правительство Иркутской области. Официальный портал. Режим доступа: <https://irkobl.ru/sites/oknio/news/3172364/?type=special&ysclid=lt7y9mmnno542446216> (дата обращения: 02.02.2024).

Информация об авторах / Information about the Authors

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

Polina S. Goroschionova,
Student,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
polinagoroshchenova@mail.ru

Горощенова Ольга Анатольевна,
к.и.н., доцент,
доцент кафедры истории и философии ИРНТУ,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
goroshionov@mail.ru

Olga A. Goroschenova,
Cand. Sci. (History), Associate Professor,
Associate Professor, Department of History
and Philosophy,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
goroshionov@mail.ru

Художественное пространство Иркутской губернии конца XIX – начала XX века в трудах художественной интеллигенции и научного сообщества

© В.В. Ткачев

Государственное автономное учреждение дополнительного образования Иркутской области
«Центр развития дополнительного образования детей», г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В работе представлены документальные свидетельства, восстанавливается деятельность по созданию художественного пространства Иркутской губернии в конце XIX – начале XX вв. Труды деятелей искусства и сибирских ученых подтверждают возросший интерес к выставкам. В процессе проведения исследования рассматривается работа художественной интеллигенции и научного сообщества по созданию пространства, которое становилось центром распространения знаний о творчестве отечественных мастеров. В рамках сотрудничества с художниками и коллекционерами Иркутской губернии конца XIX – начала XX вв. возможно было наблюдать за изменениями в отношении жителей к искусству. В представляемом исследовании на материалах архивных документов, которые сохранились благодаря ценителям произведений, изучается комплексный подход специалистов музейного дела, художественной интеллигенции, представителей общественности в создании выставочных пространств в Иркутской губернии в период модернизации городской среды. В результате обращения к архивным собраниям были определены материалы, которые восстанавливают историю создания площадок и центров сохранения, системного изучения художественных коллекций, которые формировались ценителями произведений искусства. В работе прослеживается деятельность художественной интеллигенции в период создания центров распространения знаний о творчестве известных мастеров в Иркутской губернии.

Ключевые слова: история Сибири, художественное пространство, городская культура, художественная жизнь, художественная интеллигенция, музейное дело

The artistic space of the Irkutsk province of the late 19th – early 20th centuries in the works of the artistic intelligentsia and the scientific community

© Vitaliy V. Tkachev

State Autonomous Institution of Additional Education of the Irkutsk Region
"Development Center of Additional Education for Children", Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article presents documentary evidence and restores the activity of creating an artistic space in the Irkutsk province at the end of the 19th – beginning of the 20th century. The works of artists and Siberian scientists confirm the increased interest in exhibitions. The article examines the work of the artistic intelligentsia and the scientific community to create a space that became a center for disseminating knowledge about the work of domestic masters. As part of cooperation with artists and collectors of the Irkutsk province of the late 19th – early 20th centuries it was possible to observe changes in the attitude of residents towards art. Based on materials from archival documents that were preserved thanks to connoisseurs of works, the article studies the integrated approach of museum specialists, artistic intelligentsia, and public representatives in the creation of exhibition spaces in the Irkutsk province during the period of modernization of the urban environment. As a result of accessing archival collections, materials were identified that restore the history of the creation of sites and conservation centers, the systematic study of art collections that were formed by connoisseurs of works of art. The article tracks the activities of the artistic intelligentsia during the creation of centers for disseminating knowledge about the work of famous masters in the Irkutsk province.

Keywords: history of Siberia, artistic space, urban culture, artistic life, artistic intelligentsia, museum work

Выставочные пространства достаточно подробно передают полную картину того, как происходил показ и знакомство с художественными собраниями иркутских коллекционеров. В результате проведения мероприятий раскрываются разные аспекты работы науч-

ного сообщества по сбору уникальных предметов, которые описывают культурные и природные особенности Иркутской губернии. Многие художники-оформители объясняли ситуацию, когда посетители мероприятий выходили на связь с другими деятелями искус-

ства, чтобы познакомиться с новыми подходами в рамках создания композиций. Концентрация внимания на отдельные элементы, демонстрирует более эффективный результат в случае представления исторических событий прошедшего времени. Материалы, которые иллюстрируют выставочную работу научных организаций конца XIX – начала XX вв., доказывают современным исследователям то, что научное сообщество стремилось отразить с одной стороны основные результаты изучения сибирских окраин, с другой стороны отмечали предметы, которые ранее не демонстрировались общественности в свободной форме.

В рамках изучения доступных для исследователя документальных свидетельств возможно проследить основные особенности организации выставочного дела в научных организациях дореволюционного периода в Иркутской губернии. Труды первых деятелей искусства, которые занимались изучением особенностей появления и становления художественного пространства, как важного составляющего в процессе взаимодействия жителей с произведениями, необходимо сохранять и включать в качестве собраний, фондов и действующих музейных экспозиций.

Целью данного исследования будет являться то, как на основе архивных материалов восстановить историю становления художественного пространства в Иркутской губернии конца XIX – начала XX вв. в рамках появления трудов художественной интеллигенции и научного сообщества, благодаря существующим сведениям о развитии художественной жизни в Сибири.

В процессе написания статьи использовались протоколы, письма, рукописные и печатные доклады членов Восточно-Сибирского отдела Императорского Русского географического общества (далее – ВСОИРГО), заметки и суждения историка, летописца Н. С. Романова Государственного архива Иркутской области и материалы о деятельности художественной интеллигенции в личных делах сибирских мастеров и их современников из архива Художественного музея в Иркутске.

В отечественной исторической литературе существует множество научных трудов, которые описывали работу художественной интеллигенции в распространении знаний о предме-

тах искусства в рамках создания пространств для показа произведений на территории Иркутской губернии в конце XIX – начале XX вв. Историки постепенно поднимали и разбирали документы, которые подробно раскрывают особенности организации выставок в городах, как важный процесс появления центров взаимодействия художников с посетителями. Появление картин в общедоступных пространствах для показа как гостям, так и местным жителям, давало возможность проведения лекций, экскурсий и других событий. Благодаря настоящим мероприятиям, раскрывались новые подходы в демонстрации творчества художников. Исследователи отмечали значимую роль представителей художественной интеллигенции в просветительской деятельности и построении работы в рамках сбора живописных полотен, скульптуры и других произведений сибирских и столичных мастеров.

Отношение общества к выставочному делу общественных и научных сообществ изменялось постепенно, что подтверждают исследования сибирских историков. Из множества литературы, которая в настоящее время доступна, стоит выделить группу, которая обращается к сюжетам, где описывается влияние предметов искусства на жизнь горожан. Достаточно обозначить то, что ученые стремятся не только изучить историю создания живописного собрания, но и процесс взаимодействия с разными категориями населения [1, с. 51–56; 2]. Создание среды в рамках приобщения жителей к выставочному делу, собраниям художественных произведений рассматривают и в области изучения судеб разных представителей общественности в Российской империи: купечества, деятелей искусства и педагогов [3, с. 24–28; 4; 5, с. 26–29; 6, с. 96–98]. Истории выставочной работы художественной интеллигенции в Иркутской губернии посвящены отдельные труды. Они дают представление о том, как формировалось понимание места определения предмета в экспозиции, музейные решения, ценности и важности сохранности памятников [7–9]. Также в статьях и разделах монографий поднимаются вопросы о выделении особенностей выставочной направленности музейной работы деятелей искусства [10, с. 17; 11].

Стоит отметить, что существуют работы

и о художественной жизни в Иркутской губернии, которые также поднимали вопросы участия художников в изучении творческого сообщества в период проведения комплексного научного сбора материалов для поддержания путей сообщений между населенными пунктами [12, с. 19–24]. Рассматривая основные труды по истории художественной жизни в Иркутской губернии, стоит обозначить работы, которые обращались к представлению деятельности художников. В рамках описания исторических сюжетов приводились существующие направления по созданию видовых сюжетов окраин Российской империи [13, с. 16–21; 14]. Приведенные труды дают возможность по отдельным сюжетам восстановить историю создания сибирских музеев, появление первых собраний произведений искусства в Иркутской губернии.

С одной стороны, в последнее время проводятся научные конференции, где сотрудники художественных центров описывают состояние выставочного дела творческих и научных организаций в дореволюционный период. С другой стороны, исследованиям не хватает глубины осознания, понимания происходящих процессов в городской среде. В полной степени не рассматриваются явления, которые влияли на изменчивость во взаимодействии музейного сообщества с художниками и коллекционерами [15, с. 19; 16, с. 60].

Отношение к разным направлениям в искусстве и художественным школам постоянно находится в изменчивом состоянии, противостоянии между авторами картин и зрителями. На протяжении всего существования творческого пространства и живописных школ в России возникали трудности в восприятии текущих взглядов к изображению окружающей действительности. Можно вспомнить противостояние передвижников и Академию художеств в Российской империи конца XIX – начала XX вв., когда сообщество мастеров не принимало академических, традиционных подходов в реализме, создании портретов и пейзажей. Мастера стремились выделять отдельные элементы в своих работах, обращаться к динамичности и эмоциональности, исторической действительности и приближе-

нию прошлого к настоящему времени. Стоит отметить, что художники изучали подробно техники и приемы создания образов, действующих фигур, передачи сторон противостояния и различий в составляющих сторонах искусства. События, происходящие в повседневной жизни, влияли и влияют на степень интенсивности сотрудничества в рамках выставочных проектов. В периоды общественных процессов в городской среде, когда появляются творческие объединения и художники, можно наблюдать усиление работы в формировании нового понимания к современным живописным произведениям.

Поднимая первые записи, выступления и отчеты о том, как выставочное дело в Иркутской губернии определилось как самостоятельное явление в художественной жизни, стоит отметить труды В.П. Сукачёва, Г.Н. Потанина, П.К. Казаринова, Л.П. Базановой, Н.И. Верхотурова и многих других, которые непосредственно принимали участие в мероприятиях [17]. Художники и ценители искусства становились организаторами первых передвижных выставок в Сибири, демонстрации работ иностранных и столичных мастеров. При создании описаний авторы обращались к основным правилам, принципам проведения мероприятий в Москве и Петербурге [18].

В.П. Сукачёв в своих работах отмечал важную роль Иркутска в становлении художественного пространства. Иркутский купец, городской голова, коллекционер так писал о том, как в городе появился интерес к музыкальной культуре, искусству и произведениям: «Кроме театральных представлений, в Иркутске несколько раз в зиму бывают музыкальные и литературно-музыкальные вечера, устраиваемые обществом любителей музыки и литературы. Общество это существует с конца семидесятых годов и в последние года концерты его, благодаря участию в них хороших музыкантов-любителей, были удачны и охотно посещались. Кроме того, в Иркутске есть еще хор любителей, также участвующий во многих музыкальных вечерах и хорошо исполняющий малороссийские хоровые песни. Музыкальные знаменитости Иркутск до сего времени почти не посещали»¹.

¹ Архив Иркутского областного художественного музея им. В.П. Сукачева (Архив ИОХМ). Дело по истории художественной жизни в Иркутской губернии. Л. 9.

Иркутское общество любителей музыки и литературы, которое пользовалось доходом от театра, устроило в ноябре 1890 г. выставку картин. Настоящее мероприятие было вторым с момента появления собраний предметов искусства на первой выставке имеющихся в Иркутске картин. В выставочном пространстве возможно было познакомиться со всеми произведениями известных художников, которые входили в частные собрания иркутян конца XIX в. Выставка состояла из 118 номеров: 103 картины и 15 гравюр. В числе представленных живописных полотен копий было всего шесть. Из 97 находившихся на выставке оригиналов кисти русских художников принадлежали 80. За исключением «nature morte», на выставке находились образцы всех родов живописи. Из картин русских художников возможно было познакомиться с такими произведениями, как И.К. Айвазовского (семь картин), А.П. Боголюбова (две картины), Р.Г. Судковского, И.И. Ендагурова, И.А. Вельц, П.П. Верещагина (две картины), Ю.Ю. Клевера, барона М.К. Клодта, А.Н. Мещерского, В.Д. Орловского (пять картин), В.М. Максимова, А.Д. Муратова, Х.П. Платонова, И.Е. Репина, В.П. Худоярова, Н.Е. Сверчкова, Д.Е. Жукова, Г.И. Семирадского и многих других. Также на выставке были представлены живописные полотна иностранных мастеров, которые подробно описал В.П. Сукачев в своём труде о художественной жизни Иркутской губернии: Poussin – Vocation des apotres, Rieger – In Oberitalien, Willibalda Wex – Abend in Moor, два пейзажа Wengleina, два пейзажа Thamma и два жанра Жильбера»².

По замечанию многих деятелей искусства можно было наблюдать обширный интерес общественности к выставкам конца XIX – начала XX вв. Посетители не обращались к оценке художественных достоинств картин, которые были доступны для каждого участника события, а знакомились подробно с историей развития отечественных и мировых художественных школ. В выставочном пространстве находились иллюстрированные журналы, живописные альбомы, которые также раскрывали многие стороны творчества известных мастеров.

Продолжая рассматривать рукописные источники, можно заметить, что к концу XIX в. деятели искусства Иркутской губернии объединяются в работе по созданию общества передвижных выставок, творческих мастерских и учреждений для получения художественного образования. Увеличение количества издаваемых работ по вопросам сохранения художественного наследия, которые разбирали выявленные и подробно проанализированные документальные свидетельства о том, как складывались мнения о значимости искусства для современного общества. Для ученого важно знать, на каком этапе находились участники данного процесса. Трудности при составлении планов по совместной работе в разных культурных учреждениях влияли на принятие решений специалистов. При рассмотрении исторических событий и деятельности сотрудников организаций, художников необходимо понимать, каким образом сотрудничество влияло на результативность в реализации проектов. Данные аспекты дают возможность рассмотреть работу деятелей искусства по сохранению и изучению художественного наследия в Иркутской губернии.

Стоит отметить, что выставочное дело отражено в сборниках, периодической печати, отчетах. В отчетных документах и статьях проекта положения о Сибирской научно-промышленной выставки можно проследить следующие события из выставочного дела. Документы содержат подробные сведения об особенностях отбора предметов для мероприятия, переписка с коллекционерами и сотрудниками научных организаций, где находились предметы. Так в отчете за 1903 г. сообщалось то, что все распоряжения по устройству выставки, разрешения возникающих при этом на месте вопросов и заведывание всеми делами выставки возлагается на Выставочный Комитет, члены которого избираются ВСОИРГО из своей среды на Общем Собрании, на котором определяется и число членов Комитета³.

Почетные и действительные члены выставки и уполномоченные на то представители тех правительственных и общественных учреждений, которые окажут выставки денежное вспомоществование, принимают участие

² Государственный архив Иркутской области (ГАИО). Ф. 293. Оп. 1. Д. 162. Л. 18.

³ Архив ИОХМ. Личное дело Н.И. Верхотурова. Л. 12.

в заседаниях Выставочного Комитета с правом голоса наравне с членами его по избранию Отдела при выборе председателя Комитета, его товарища и казначея Комитета и по всем хозяйственным вопросам, как-то по составлению сметы доходов и расходов выставки, по производству расходов и получению доходов, определению цен за места для экспонатов, плат за вход на выставку, за арендные статьи и за продаваемые выставки ее издания, а также по составлению отчета по выставке. По всем остальным вопросам почетные и действительные члены выставки и уполномоченные представители правительственных и общественных учреждений пользуются правом совещательного голоса. Члены сотрудники пользуются правом совещательного голоса по всем вопросам.

Если председатель Выставочного Комитета или его товарищ будет избран не из среды членов этого Комитета, то ему предоставляется право голоса наравне с членами Выставочного Комитета по избранию Отдела⁴.

Из лиц, которые не живут в г. Иркутске, но могут оказать содействие успеху выставки путем привлечения на нее экспонентов, а также сбором для нее денежных и иных пожертвований и приглашением к участию в фонде обеспечения, Выставочным Комитетом выбираются члены-корреспонденты. Если в одном городе или ином поселении (завод, сел и т.п.) будет избрано более двух членов-корреспондентов, то они могут образовать из себя местный комитет выставки, причем все сношения с Выставочным Комитетом производятся уже местным комитетом, а не отдельными членами-корреспондентами. В бытность свою в г. Иркутске все члены-корреспонденты принимают участие в заседаниях Выставочного Комитета с правом совещательного голоса⁵.

Отделы, Подотделы и Отделения ВСО-ИРГО могут образовывать из себя (в полном составе или путем избрания нескольких членов) местные Выставочные Комитеты для привлечения экспонентов, сбора пожертвований, приглашения к участию в фонде обеспечения и для содействия успеху выставки в г. Иркутске. Образование такого местного ко-

митета не лишает права Выставочный Комитет избирать в месте нахождения Отдела, Подотдела или Отделения членов-корреспондентов из числа не принадлежащих к Отделу, Подотделу или Отделению лиц. Лица эти, по желанию местного комитета, могут быть приглашены им к участию в его занятиях с правом равного с остальными его членами голоса⁶.

На рубеже XIX – начала XX вв. музеи, картинные галереи Иркутской губернии расширили свои экспозиции, дополнили коллекции новыми предметами. Также сотрудники учреждений в это время приступили к более детальному изучению собраний, отдельных экспонатов, деятельности ученых-путешественников, результаты которого позднее были включены в состав известных монографий по истории Сибири.

В последующие дни сотрудники, хранители фондов музеев продолжали изучать свои коллекции, отвечая на многие неизвестные ранее вопросы, когда выявляли новые документы в сибирских и центральных архивах. Постепенно многие жители приобщались к художественному наследию, знакомились с известными событиями из истории своего региона, читали заметки и статьи в газетах и журналах, посещали выставки и другие мероприятия. Музеи становились современными пространствами, которые были необходимы для культурного, информационного обмена. Специалисты музеев, используя богатые знания, исторические материалы, доступным языком рассказывали о сложных процессах в культурной, политической, экономической жизни России.

Таким образом, образовательная, научная и просветительская деятельность художественной интеллигенции была направлена на сохранение и изучение художественного наследия в процессе создания центров взаимодействия жителей с искусством Иркутской губернии в конце XIX – начале XX вв. Разные направления работы отразились в рукописных документах архивов Иркутской области. Художники не только выявляли предметы искусства из повседневной среды, но постоянно взаимодействовали с научными, творческими

⁴ ГАИО. Ф. 293. Оп. 1. Д. 2. Л. 15.

⁵ ГАИО. Ф. 480. Оп. 1. Д. 459. Л. 22.

⁶ ГАИО. Ф. 480. Оп. 1. Д. 178. Л. 13.

объединениями, расширяя свои познания по истории региона. Интерес сообщества интеллектуалов к живописным полотнам можно подтвердить тем, как деятели искусства относились к изучению и освоению художественного наследия региона. Выявленные материалы, которые сохранились в архивах Иркутска, представляют основные подходы в создании стабильных контактов между разными представителями художественной интеллигенции на протяжении всего периода развития центров по изучению и сохранению отечественного художественного наследия.

Художественная интеллигенция Иркутской губернии участвовала в процессе развития интереса городского общества к созданию художественного пространства конца XIX – начала XX в. Ценители изобразительного искусства наблюдали за изменениями работы выставочных комитетов, которые оформляли помещения и размещали произведения. Многие сюжеты, связанные с организацией художественных мероприятий, коллекционированием, знакомством гостей домов и админи-

стративных помещений с картинами сибирских и столичных мастеров, отражены в источниках, которые находятся в Государственном архиве Иркутской области и Иркутском областном художественном музее им. В.П. Сукачёва. Данная работа подтвердила то, что В.П. Сукачёв, Г.Н. Потанин, П.К. Казаринов, Л.П. Базанова, Н.И. Верхотуров и многие другие участвовали в проведении выставок, создании городского музея и галерей, частных собраний, поддерживали исследования ученых и входили в состав научных экспедиций. Изменялись формы работы с посетителями художественных пространств, но оставалось неизменным то, что музеи становились научными центрами по изучению всего региона. Работа современных исследователей, музейных сотрудников должна быть направлена на изучение социокультурных процессов в Иркутской губернии конца XIX – начала XX вв. Особое внимание необходимо обращать на музейную деятельность, взаимодействие ученых с обществом, организацию мероприятий и реализацию новых проектов.

Список источников

1. Сысоева Н.С. Судьба моя – Иркутск: к 360-летию города Иркутска. Иркутск: Союз художников России, 2021. 341 с.
2. Шавшина И.П. Историческая картина в творчестве сибирских художников второй половины XIX века // Декоративное искусство и предметно-пространственная среда. Вестник РГХПУ им. С.Г. Строганова. 2023. № 2–1. С. 355–362.
3. Гончаренко Н.В. Сукачевы. История одной семьи. Иркутск: Артиздат, 2019. 427 с.
4. Гончаренко Н.В. Эпистолярное наследие В.П. Сукачева в архивах и музеях России: сб. тр. конф. (г. Иркутск, 08–10 декабря 2021 г.). Иркутск, 2021. С. 60–66.
5. Туманова А.С. Общественные организации и русская публика в начале XX века. М.: Новый хронограф, 2008. 326 с.
6. Токарева Е.А., Казенина А.А., Набокина М.Е., Рябов А.В., Малышева О.Г., Смирнова Ю.В. [и др.] Творческая интеллигенция России начала XX века. М.: ООО ОнтоПринт, 2020. 244 с.
7. Чирков В.Ф. Искусство Сибири // Изобразительное искусство Урала, Сибири и Дальнего Востока. 2019. № 1. С. 98–105.
8. Колесник Л.М., Пушкина Т.Л., Свинин В.В. ВСОРГО и музейное дело в Иркутске // Известия Иркутского государственного университета. Серия: История. 2012. № 2 (3). Ч. 2. С. 44–56.
9. Манзырева Е.С. Образ Восточной Сибири и его отражение в региональной художественной культуре // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусства. 2017. № 38. С. 33–39.
10. Иманакова Е.Г. Художественная жизнь Восточного Забайкалья. Чита: Поиск, 2011. 250 с.
11. Зябликов А. В. Художественная интеллигенция как объект исторического дискурса // Интеллигенция и мир. 2004. № 3–4. С. 44–49.
12. Фатьянов А.Д. Художники, выставки, коллекционеры Иркутской губернии. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд. 1995. 187 с.
13. Лыхин Ю.П. Художественная жизнь Иркутска (первая четверть XX в.). Иркутск: ИП Макаров С.Е., 2002. 334 с.
14. Ткачев В.В. Выставочные мероприятия деятелей искусства в рамках развития художественного пространства Иркутской губернии на примере деятельности Н.И. Верхотурова конца XIX – начала XX века // Молодежный вестник ИрГТУ. 2023. Т. 13. № 4. С. 634–640. Режим доступа: <http://xn--b1agjigi1ai.xn--p1ai/journals/2023/04> (дата обращения 27.01.2024).
15. Романов Н.С. Летопись города Иркутска за 1881–1901 гг. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1993. 542 с.
16. Романов Н.С. Летопись города Иркутска за 1902–1924 гг. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1994. 559 с.
17. Сукачёв В.П. Иркутск: его место и значение в истории и культурном развитии Восточной Сибири: очерк. М.: Типо-литография издательства И. Н. Кушнерев и К°, 1891. 268 с.
18. Веселов А.А. Формирование законодательной регламентации союзов художественной интеллигенции в конце XIX – первой четверти XX века // Интеллигенция и мир. 2012. № 1. С. 89–99.

Информация об авторе / Information about the Author

Ткачев Виталий Викторович,
исследователь, преподаватель-исследователь,
педагог-организатор отдела краеведения
и музейной работы,
Государственное автономное учреждение
дополнительного образования Иркутской области
«Центр развития дополнительного
образования детей»,
664007, г. Иркутск, ул. 1-я Красноказахья, 9,
Российская Федерация
vitaliy.tkachev.96@mail.ru

Vitaliy V. Tkachev,
Teacher-Researcher,
Department of Local History and Museum Work,
State Autonomous Institution of Additional Education
of the Irkutsk Region "Development Center
of Additional Education for Children",
9 1st Krasnokazachya St., Irkutsk 664007,
Russian Federation
vitaliy.tkachev.96@mail.ru

Формирование речевой культуры будущего юриста

© И.И. Апончук, А.Е. Бруева

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

Аннотация. Юрист в России всегда был представителем особой «касты», к нему предъявлялись высокие требования, стать им было весьма непросто. Кроме общих знаний, достижимых упорным трудом во время учебы, нужна природная одаренность, одержимость в достижении целей, высокая нравственность. В статье рассматриваются некоторые особенности формирования речевой культуры служителя закона. Успех работы дознавателя, следователя, адвоката, прокурора, судьи, законотворца и др. во многом зависит от их речевого мастерства, поскольку этот род деятельности относится к профессиям повышенной речевой ответственности. Овладеть нормированной литературной речью, выразительными средствами языка – необходимое условие для профессионального становления, продвижения и достижения успеха молодого юриста. Особенностью языковой личности юриста является умение работать на «стыке» языков закона и преступного мира. Продуктом его деятельности всегда является слово – в устной или письменной форме, поэтому успешными, известными всем, становятся те, кто умеет говорить и писать правильно, доходчиво, убедительно, увлекательно, чему есть многочисленные примеры в российской юриспруденции. Задача преподавателя русского языка помочь студенту стать грамотным юристом.

Ключевые слова: формирование речи, языковая личность, высокая речевая культура, нормы литературной речи, коммуникативные качества речи

Future lawyer's speech culture formation

© Irina I. Aponchuk, Anastasia E. Brueva

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. A lawyer in Russia has always been a representative of a special "caste", high requirements were imposed on him, and it was very difficult to become one. In addition to general knowledge, which can be achieved through hard work during study, you need natural giftedness, obsession in achieving goals, and high morality. The article discusses some features of the speech culture formation of a legalist. The success of the work of an interrogator, investigator, lawyer, prosecutor, judge, lawmaker, etc., largely depends on their verbal skills, since this type of activity belongs to the professions of increased verbal responsibility. Mastering the standard literary speech, expressive means of language is a necessary condition for the professional development, promotion and success of a young lawyer. A feature of a lawyer's linguistic personality is the ability to work at the "junction" of the languages of law and the criminal world. The product of his activity is always the word, both oral and written, so those who know how to speak and write correctly, intelligibly, convincingly, and captivantly become successful and known to everyone, of which there are numerous examples in Russian jurisprudence. The task of a Russian language teacher is to help the student become a competent lawyer.

Keywords: speech formation, linguistic personality, high speech culture, norms of literary speech, communicative qualities of speech

Для юриста слово – это и инструмент, и оружие, владеть которым надо осознанно и ответственно. Формирование культуры речи будущего специалиста в области юриспруденции – непростая задача, как для студента, так и для учителя. Скажем прямо, не всякий студент, получивший диплом юриста, добивается успеха в профессии. Важно еще в годы учебы помочь студенту определить нравственные принципы, развить ментальные способности, пробудить желание служить справедливости и закону, воспитать уважение к нему. Изучения вузовской программы для этого недостаточно. Кроме образования важны

жизненный опыт, прочитанная художественная и профессиональная литература, анализ успешной и не очень речи окружающих людей, размышления о себе и будущей профессии.

В любом общении (личном, деловом) каждый из нас предстает как некая языковая личность. «Под «языковой личностью» в современной лингвистической науке понимают человека в его способности совершать речевые поступки» [1].

Как воспитать, вырастить достойную языковую личность? Наивно думать, что высокий уровень речевой культуры появится «ниоткуда», сформируется автоматически. Всем из-

вестно, что все начинается в детстве, с ближайшего окружения: семья, воспитатель детского сада, школьный учитель, а позже – преподаватель вуза. Тут уж кому как повезет! Если в семье, к примеру, говорят: «ложить» вместо класть, «ездют» вместо ездят, «хочим» вместо хотим, «я с Ангарска» вместо я из Ангарска, «ихний» вместо их, «мое день рождения» вместо мой день рождения и т. д., необходима большая работа по самообразованию. Как утверждал наш великий соотечественник А. П. Чехов, «...тут нужны непрерывный дневной и ночной труд, вечное чтение, штудировка, воля... Тут дорог каждый час...» [2].

Человек в речи проявляет все особенности личности: уровень общей и речевой культуры, темперамент, природный ум, способность к логическому мышлению, черты характера, эрудицию, вкус и многое другое. Сократу приписывают фразу: «Заговори, чтоб я тебя увидел». В речевом поведении прослеживаются цели и задачи общения, мотивы говорящего, способы реализации намерений, особенности воспитания, жизненный опыт – фактически создается речевой портрет человека. «Именно это важно понимать будущему юристу, деятельность которого будет относиться к так называемым «профессиям повышенной речевой ответственности», и осознанно строить, развивать свою языковую личность, создавать собственный речевой портрет» [3].

Владеет ли наш выпускник языковым богатством? Знает ли цену слову? Насколько осознанно он выбирает слова, синтаксические конструкции? Различает ли он специфику письменного текста и устной речи? Способен ли оказать на слушателей целенаправленное результативное воздействие, повести их за своей мыслью?

За один семестр вузовского курса «Основы деловой коммуникации» непросто научить студента правильно говорить и писать, но важно показать вектор развития. Профессия юриста, следователя, государственного обвинителя, судьи, адвоката, нотариуса, дознавателя и т. д. предполагает безупречное владение двумя формами речи: и письменной, и устной. Такой специалист-профессионал должен владеть нормированным русским литературным языком и всеми средствами

языка (фонетическими, лексико-стилистическими, грамматическими). Юрист, нарушающий нормы речи, воспринимается как недалекий, малограмотный, не заслуживающий уважения и доверия. Известно, что слово не только передает смысл, но и несет информацию о самом говорящем: пол, возраст, место жительства, уровень образования, настроение, система ценностей и т. п. Задача юриста «считать» подобную информацию с собеседника, разглядеть больше, чем сказано, при этом продемонстрировать ему, что перед ним профессионал, уверенный в своей позиции, разбирающийся в ситуации. Неопытность, неуверенность, волнение молодого специалиста не должно проявляться в его речевом поведении.

В речи будущего юриста нет места случайным словам, каким-либо неточным формулировкам, в ней нет мелочей, все важно, он несет ответственность и за правильное произношение-ударение, и за нормативное склонение числительных и нерусских фамилий, и за построение предложений, и целого текста, а главное – он осознает, для чего ведется поиск самого точного, единственно верного слова: с целью определенного запланированного автором воздействия на слушателя, читателя, аудиторию. Но нельзя ограничиться только владением нормами современного русского литературного языка, хотя это и является базой для формирования высокой речевой культуры. Важно, чтобы речь была не только правильной, но и «хорошей», т. е. обладала бы коммуникативными качествами речи. Под коммуникативными качествами речи понимаются свойства хорошей правильной речи, обеспечивающие эффективное и гармоничное общение адресата и адресанта [4].

«Изучение качеств речи началось с античных философов, ораторов, которые разработали целую систему оценок качеств речи – положительных и отрицательных. Например, Теофраст в книге «О стиле» изложил такие достоинства речи, как чистота, ясность, точность, величавость, суровость, торжественность, стремительность, правдивость, мощность. К недостаткам Гермоген относил сбивчивость, напыщенность, ребячливость, ложный пафос. По убеждению Цицерона, чистота и ясность речи важны и необходимы, но их недостаточно, чтобы оратор мог вызвать восхи-

щение слушателей – для этого нужна красота речи. По мнению Дионисия Галикарнасского, самое важное и совершенное из достоинств – уместность. Безусловно, не все положения античных мыслителей могут быть приняты нами. Но многие заслуживают внимания и изучения [5].

В современной литературе есть разнообразные классификации коммуникативного качества речи. Оптимальной представляется классификация профессора Б.Н. Головина [6]. По его мнению, качества хорошей русской речи – это правильность, богатство, точность, логичность, чистота, выразительность, уместность.

1. Правильность речи – это соответствие речи говорящего языковым нормам: орфографическим, пунктуационным, орфоэпическим, лексическим, морфологическим, синтаксическим.

2. Богатство речи – это запас языковых средств, который проявляется в количестве и разнообразии языковых средств.

3. Точность речи – это соответствие слов обозначаемым предметам и понятиям, соотношение речи и языковых средств.

4. Логичность речи – это соответствие речи общим законам мышления, соблюдение мыслительных категорий, соотношение речи и мышления.

5. Уместность речи – это соответствие содержания речи, ее языковых средств целям и условиям общения, выбор средств, не нарушающих стилевую, личностно-психологическую, ситуативную уместность.

6. Чистота речи – это свобода речи от нелитературных единиц языка и слов-паразитов, от диалектизмов, жаргонизмов, просторечия, сленга и проч.

7. Выразительность речи – способность использовать средства, воздействующие не только на разум, но и на чувства собеседника.

Итак, выпускник владеет нормами русского литературного языка, его речь обладает коммуникативными качествами, освоены спецдисциплины, теперь он готов к профессиональной деятельности.

Юристы не только следят за исполнением законов, но и создают их в законодательных органах. В речи юриста-законодателя, кроме общеупотребительной лексики, понятной всем,

обязательно присутствуют профессиональные термины (*terminus* – граница, предел, слова и выражения, передающие точный смысл). Их рекомендуется употреблять только в прямом и общеизвестном значении, правовое понятие должно отражаться точно и недвусмысленно. Обязателен принцип единства употребляемой терминологии.

И филологи, и юристы отмечают, что правовой язык более интернационален, чем бытовой, общераспространенный. Язык юриспруденции, как и русский язык вообще, столетиями заимствовал слова и термины из других языков. Так слова: таможня, караул, казна, ярлык, карандаш, деньги – тюркского происхождения. Приватный, особа, оказия, место – польского происхождения. Администратор, вексель, губернатор, амнистия, апелляция, президент, рапорт, тариф, регламент, инспектор, кассация, коллегия, делегат, конфискация, арест – из европейских языков. Русский язык обогатился этими заимствованиями во времена больших реформаций государственного устройства, религиозного просвещения, войн и нашествий, смут. В последние десятилетия тексты статей Федеральных законов пополнились понятиями: санкции, педофилия, контрабанда, банкротство, легализация, кредит, акциз, конкуренция, монополия, инвестор, экспорт и др. Правотворческий язык, язык законов, законодательных актов, уставов и кодексов – антипод художественного слога, в нем запрещено все, что делает его живым, приветствуется эмоциональная нейтральность, обезличенность, например, исключение глаголов повелительного наклонения, личных форм местоимений и глаголов.

В публичную речь юристы-практики нередко включают крылатые латинские выражения, такие как: *tabula rasa*, *alma mater*, *omnia mea mecum porto*, *de facto* – *de jure*, *status quo*, *post factum*, *persona non grata*, *persona grata*, и др., что свидетельствует о классическом образовании. «...логика, латынь, риторика... С их помощью обыкновенно прививается лаконичность, образность, элегантность слога. Латынь, к примеру, есть не только универсальный правовой язык прошлого, этимологическая основа современных терминов и свод юридических принципов. Предельная краткость и многозначность каждого изречения

заставляют пользователя ... подать слово в сочной упаковке» [7]. В современной рабочей программе юристов, к сожалению, латинский язык, отсутствует, однако самостоятельно выучить несколько десятков наиболее востребованных выражений на латинском языке, а то и весь язык, может пылливый начинающий юрист.

Некоторым категориям юристов необходимы знания языка уголовного мира, то, что в народе называется «феня». Это входит в их профессиональные навыки, поскольку следователю, дознавателю и др. часто приходится общаться не только с добропорядочными гражданами, но и с представителями разных слоев общества: уголовниками, рецидивистами, мошенниками. Речь их пестра, неоднородна, зачастую криминализирована. Известное всем сегодня «ботать по фене» – означает владеть тайным языком деклассированных элементов общества. Сама «феня» или по-другому «офенский язык» родился не сегодня и не в среде преступников. Есть версия, что слово «феня» произошло от упрощенного названия столицы Греции – Афины. Греки-переселенцы, еще с XV века называли себя афинянами, что позже стало произноситься *офени*, это похоже на правду, ведь многие слова были заимствованы из греческого языка.

Так зачем офеням был нужен тайный язык?

Изначально им пользовались странствующие музыканты, скоморохи, старцы, мелкие торговцы церковными книгами, календарями, иконами, бижутерией, свечами, бумагой, нитками, гребенками, лентами, кружевами и др. и ремесленники, мастера какого-либо промысла. Вся их жизнь была сопряжена с постоянными переездами, частым провозом запрещенных товаров и обманом покупателей, поэтому и нужен был тайный язык, чтобы скрыть от чужих ушей нужные только своим сведения: ориентиры на дороге, цены на товар, описание приемов ремесла. Офени были грамотными, могли прочитать царский указ, составить документ, продать нужный крестьянину товар, но могли и обмануть простодушного мужика («лоха»), поэтому и отношение к ним было разное. Не вызывал доверия и их тайный язык: «вроде по-русски чешут, да не понятно ни бельмеса!» [8]. Так и торговали коро-

бейники по дорогам необъятной России до XX века, оставив после себя много загадок и целый пласт лексики, которую не устают разгадывать лингвисты до нашего времени. К изучению языка офеней привлекали В.И. Даль, П. Палласа, И.И. Срезневского и др. В наше время этим занимается В. Мокиенко, доктор филологических наук, профессор Санкт-Петербургского университета, автор историко-этимологического «Словаря воровского жаргона». К примеру, следователю необходимо доподлинно знать, что скрывается за тем или другим словечком, чтобы понимать субкультуру преступного мира, его быт, обычаи, мораль, либо какую-то ценную информацию, скрытые намерения. Иногда уголовный мир использует арготизмы (от франц. – воровской жаргон, тайный язык) в письмах на волю.

Действительно, представители правоохранительных органов неплохо знают общеуголовное арготизмы. Основной костяк тайных слов устойчив: лох, мастырить, коцать, бухать, кимарить, халява, стрем, хилать, манатки, хилый, башлять, шиш, клевый, шпаргалка и др. активны в речи до сих пор, но постоянно пополняется новыми арготизмами. «Арготизмы, – писал академик Д.С. Лихачев, – есть явление своеобразного мироощущения». У преступников разных стран – одинаковое мышление: для всех тюрьма – это академия, школа, университет, а преступление – дело.

Адвокатам и прокурорам в повседневной судебной практике свойственна выразительность речи. «На фоне «священного», но экономного законодательного текста целесообразно поощрять богатство и образность речи будущих судебных ораторов, гуманитариев. Стремиться к этому нужно еще и потому, что близость черного и белого, стык уголовного права с криминогенной средой служит постоянным негативным фактором, провоцирует краткость и жаргонизацию речи юристов» [9, 10].

В историю отечественной юриспруденции вошли имена выдающихся юристов, обладавших талантом красноречия: Ф.Н. Плевако. Д.В. Стасов, А.Ф. Кони, А.И. Урусов, Р.А. Руденко, А.Я. Вышинский и др.

Образцами публичной речи юридически образованного человека можно считать выступления президента России В.В. Путина, выпускника юридического факультета Ленин-

градского государственного университета. Родился и вырос он в простой семье, но в годы учебы проявил упорство, целеустремленность, волю и характер. Хорошее образование и постоянное совершенствование его в годы последующей работы сделали Владимира Владимировича блестящим оратором. Сегодня его «речь можно отнести к элитарной речевой культуре. Правильность, точность, логичность, уместность, богатый словарный запас – все необходимые коммуникативные

качества речи налицо. Ценностью является и то, что это, как правило, не заготовленные спичрайтерами публичные выступления, а речи-экспромты. Даже для специалистов-филологов очевидно, те две-три ошибки, которые допускает Путин в своей речи (конкурент-Неспособный, обеспечение) не разрушают его вербальный имидж [11].

Хочется верить, что среди студентов юридических вузов учится и будущий президент Российской Федерации.

Список источников

1. Виноградов В. В. О художественной прозе. М.: Наука, 1980. 360 с.
2. Богин Г. И. Модель языковой личности в ее отношении к разновидностям текста: дис ... д.ф.н: 10.02.19. Ленинград, 1984. 354 с.
3. Караулов Ю. Н. Русский язык и языковая личность. М.: Наука, 1987. 261 с.
4. Чехов А. П. Письмо брату Н. П. Чехову. Март 1886 г. Москва // Полное собрание сочинений и писем: в 30 т. М.: Наука, 1974. Т. 1. С. 225.
5. Рябова Л.Г. Публичная речь государственного обвинителя в суде. Иркутск: Иркутского юридического института (филиала) Академии Генеральной прокуратуры Российской Федерации, 2013. 131 с.
6. Савова Р.О. Основы учения о культуре речи в трудах античных авторов // Преподаватель XXI век. 2009. № 2–1. С. 119–126.
7. Головин Б.Н. Основы культуры речи. М.: Издательский дом ЮНИТИ, 1988. 338 с.
8. Бойко А.И. Язык уголовного закона и его понимание. Ростов-на-Дону: СКАГС, 2009. 308 с.
9. Евтушенко С. Офени – тайное общество у всех на виду // Оракул. 2018. № 2. С. 9. Режим доступа: https://ezobooks.ru/load/zhurnal_quot_orakul_quot/2018/zhurnal_orakul_2_2018/64-1-0-781 (дата обращения: 15.01.2024).
10. Бойко А.И. Репетиториум по Общей части уголовного права. СПб.: Юридический центр Пресс, 2005. С.183–212.
11. Апончук И.И., Молокова Л.В. Еще раз ...про имидж // Культура. Наука. Образование. 2020. №3 (56). С. 48–56.

Информация об авторах / Information about the Authors

Апончук Ирина Игоревна,
старший преподаватель кафедры
рекламы и журналистики,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
aponchuk55@inbox.ru

Irina I. Aponchuk,
Senior Lecturer, Department
of Advertising and Journalism,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
aponchuk55@inbox.ru

Бруева Анастасия Евгеньевна,
студент,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
nastenkabrueva1995@mail.ru

Anastasia E. Brueva,
Student,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
nastenkabrueva1995@mail.ru

Опыт построения типологии фонетических систем различных языков с использованием методов компьютерной лингвистики

© М.А. Кульчитский

Московский государственный лингвистический университет, г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлены результаты самостоятельного авторского описания построения типологии фонетических систем различных языков с использованием методов компьютерной лингвистики. В современном отечественном и зарубежном языкознании компьютерная лингвистика как отдельная отрасль лингвистической науки обнаружила актуальность использования электронных программных средств для целей экспериментальных и прикладных исследований, ориентированных на получение статистически значимых данных для улучшения и оптимизации поиска языкового материала для изучения и овладения как родным, так и иностранными языками. В статье содержится типологическое описание фонетических систем испанского, французского, английского, новогреческого и немецкого языков. Приведена интерпретация числовых значений фонетических признаков этих языков, выбранных для точечного графика по целому ряду параметров: увулярные согласные (uvular consonants), глоттальные согласные (glottalized consonants), боковые согласные (lateral consonants), велярный согласный (the velar nasal), назализация гласных (vowel nasalisation), передние огубленные гласные (front rounded vowels), а также по признаку присутствия редких согласных. По результатам проведенной работы разработана программа, которая на основе «Всемирного атласа языковых структур», может оперировать массивом языковых признаков и, исходя из конкретного запроса пользователя базы данных, отображать график распределения данных, который при правильной интерпретации возможно использовать для анализа и сопоставления признаков исследуемых языков.

Ключевые слова: компьютерная лингвистика, лингвистическая типология, база данных, языки мира

The experience of building a typology of phonetic systems of various languages using computational linguistics methods

© Maksim A. Kulchitskiy

Moscow State Linguistic University, Moscow, Russian Federation

Abstract. The article presents the results of an independent author's description of the construction of a typology of phonetic systems of various languages using methods of computational linguistics. In modern Russian and foreign linguistics, computational linguistics as a separate branch of linguistic science has revealed the relevance of using electronic software for experimental and applied research aimed at obtaining statistically significant data to improve and optimize the search for linguistic material for learning and mastering both native and foreign languages. The article contains a typological description of the phonetic systems of the Spanish, French, English, Modern Greek and German languages. The interpretation of the numerical values of the phonetic features of these languages, selected for the dot graph according to a number of parameters: uvular consonants (uvular consonants), glottalized consonants (glottalized consonants), lateral consonants (lateral consonants), velar consonant (the velar nasal), vowel nasalization, anterior rounded vowels (front rounded vowels), as well as the presence of rare consonants. Based on the results of the work carried out, a program has been developed that is able, based on the "World Atlas of Language Structures", to operate with an array of language features and, based on a specific user request, display a graph of data distribution, which, if interpreted correctly, can be used for analysis and comparison features of the studied languages.

Keywords: computational linguistics, linguistic typology, database, languages of the world

Решение лингвистических задач всегда было связано с анализом определенного набора языковых данных. Появление и развитие различных информационных технологий оптимизировало процесс записи, хранения и обработки информации, в том числе и лингви-

стической. Возникли базы данных – организованные коллекции данных в машиночитаемом формате. Были созданы разные формы баз данных, которые мотивированы их предназначением [1, 2]. Для изучения и решения вопросов лексикографии были разработаны кор-

пусы текстов – представительные коллекции текстов на разных языках. Например, в нашей стране был создан Национальный корпус русского языка, который, по состоянию на 2024 год, имеет общий объем более двух миллиардов слов. Были созданы и крупные иностранные корпуса текстов. Стоит упомянуть Британский национальный корпус (The British National Corpus, BNC), который содержит 100 миллионов слов текста из широкого спектра жанров, например: устная речь, художественная литература, журналы, газеты и академическая литература.

Различные базы данных и другие языковые ресурсы стали объединяться в более крупные электронные платформы. Таким ресурсом является Сообщество Открытых Языковых Архивов (the Open Language Archives Community). Сообщество стало результатом международного партнерства учреждений и частных лиц, которые создали всемирную виртуальную библиотеку языковых ресурсов благодаря соглашению в отношении наилучшей современной практики цифрового архивирования языковых ресурсов и развития сети взаимодействующих баз данных. Стоит также сказать о таком ресурсе, как Глоттолог (Hammarström, Harald & Forkel, Robert & Haspelmath, Martin & Bank, Sebastian. 2023. Glottolog 4.8. Leipzig: Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology). Это всеобъемлющий каталог языков мира, языковых семей и диалектов. Глоттолог имеет обширную коллекцию библиографических данных для менее известных языков мира, предоставляет доступ к разным описательным работам: словари, списки слов и т.д. Глоттолог, как и более тридцати других крупных баз данных, были созданы лингвистами Института эволюционной антропологии Общества Макса Планка города Лейпциг, Германии. Далее, в этой статье мы еще обратимся к одной из баз данных этого научного сообщества.

Значительная часть современных лингвистических исследований активно использует базы данных, представленные выше. Более того, темы многих научных работ зарождаются после анализа лингвистами массивов данных. Информационные технологии также помогли ускорить поиск языкового материала для изучения, а также способствовали появ-

лению междисциплинарной сферы – компьютерной лингвистики.

Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод, что базы данных в современном языкознании, несомненно, играют важную роль. Основываясь на этом выводе, их развитие является актуальным вопросом для компьютерной лингвистики. Для специалистов, работающих над базами данных, важно всесторонне улучшать их. В первую очередь, нужно обеспечить удобство для работы над разными типами лингвистической информации, разработать конкретные технические правила, выбрать или создать собственное программное обеспечение, заниматься его отладкой. Безусловно, это позволяет улучшить качество выполняемой работы и качество самой базы данных.

Крайне важно обновлять массив данных, искать новые научные источники, некоторые из которых возможно могли бы изменить принципы базы данных, систематизировать разделы, устранять технические, лингвистические ошибки и неточности. Равным образом, важно обеспечить удобство самих пользователей баз данных. Значимым элементом удобства использования баз данных, конечно, является качество обработки запросов от пользователей, в том числе, отображение результатов поиска.

Целью этой научной работы как раз и является инновация в этом элементе, а именно создание программы, которая могла бы обработать определенный запрос от пользователя и затем, на основе базы данных, отобразить результат в виде математического графика распределения данных.

База данных в сфере лингвистической типологии «Всемирный атлас языковых структур» (Dryer, Matthew S. & Haspelmath, Martin (eds.) 2013. WALS Online (v2020.3), Data set. Zenodo) Института эволюционной антропологии Общества Макса Планка, стала основой для написания программы. Атлас содержит открытый программный код и обладает обширным набором структурных (фонетических, морфологических, синтаксических, лексических и др.) свойств языков, собранных на основе описательных материалов (например, справочные грамматики разных языков) командой из 55 авторов.

«Всемирный атлас языковых структур» использует в своей типологии признаки (feature), т.е. некоторые структурные свойства языка, описывающие аспекты его межъязыкового разнообразия. Каждому признаку лингвистами был определен некий набор натуральных числовых значений. Сами числа были выбраны и используются лишь условно, важным является та характеристика, которую подразумевает каждое отдельное число. Так, рассмотрев этот массив данных, мы можем узнать определенное значение на каждом признаке (парамetre) и, следовательно, получить представление о свойствах языка, что может быть необходимо для любого рода лингвистической работы.

Однако важно пояснить, что при значительном увеличении количества языков для исследования, например при исследовании языков и распределении их свойств по макро-регионам или языковым семьям, поиск в базе данных начинает занимать продолжительный период времени. Возможно появление необходимости централизации нужной информации о языках в едином графическом объекте, объединяющем все их параметры.

Для решения этой задачи были рассмотрены и оценены свойства многих графических вариантов. В этой научной работе было решено выбрать график распределения данных, в частности, 3D-точечный график или точечная диаграмма (The MathWorks, Inc. 2024. Documentation: MATLAB: Graphics: 2D and 3D Plots: Discrete Data Plots: scatter3, R2023b, 3D scatter plot – MATLAB scatter3). Точечные диаграммы используются в науке для наблюдения взаимосвязей между переменными.

График отображает точки в прямоугольной системе координат для представления значений трех разных числовых переменных. Положение точки на осях абсциссе, ординате и аппликате (осях x, y, z соответственно) указывает значения ее данных. Анализ и использование точечного графика имеет значительные преимущества. Благодаря анализу точечного графика, основанного на базе данных, можно выявить значения отдельных параметров точек данных. Это означает, что если в отдельности рассмотреть каждый из языков, то можно получить информацию о языковых характеристиках. Если составить график по не-

скольким языкам, можно увидеть закономерности между числовыми значениями признаков исследуемых языков.

Рассмотрение точечной диаграммы с данными множества языков позволяет изучить связь между ними или обнаружить корреляцию, которая не подразумевает причинно-следственной связи. Это может помочь сделать определенные выводы, доказать некоторый тезис или навести исследователей на иное рассуждение важное для научной работы.

Надо отметить, что точечные графики – инструменты математической статистики. Они способны показать такие статистические явления, как «выбросы», т.е. результаты, резко выделяющиеся из общего набора данных. Подобное отличающееся значение одной точки подлежит детальному анализу.

Нередко эти точки содержат ценную информацию об объекте исследования. В работе может быть важно рассмотрение причины появления некоторых «выбросов». Одновременно с этим, вышеупомянутые графики могут показать, есть ли какие-либо неожиданные и неучтенные пробелы в данных, которые при более тщательном анализе, могут являться закономерностями.

Если точечная диаграмма используется именно для изучения корреляций, в график можно добавить линию тренда, показывающую математически наилучшее соответствие данных. Это, в свою очередь, может показать то, насколько сильна взаимосвязь между переменными, и какие точки оказывают влияние на вычисление линии тренда. Кроме того, точечные диаграммы могут быть множеством способов визуально модифицированы, например, могут быть изменены символы маркеров точек и цвета. Графики возможно адаптировать под разные разрешения экранов, сделать изменения по масштабу в системе координат. Опции по масштабу также дают возможность перенести некоторые данные графика из трехмерного пространства на двухмерную плоскость. Это позволяет рассматривать значения только между двумя переменными, однако может помочь формулировка связанных с ними выводов.

Программа для работы с графиками была написана на языке технических вычислений

Матлаб (The MathWorks Inc. 2024; MATLAB version: 23.2, R2023b, Natick, Massachusetts: The MathWorks Inc). Были выбраны следующие признаки языков (все наименования, которые приводятся далее эквивалентны названиям на английском языке в базе данных Всемирного атласа языковых структур, также представлены оригинальные названия): увулярные согласные (Uvular Consonants) [3], глоттальные согласные (Glottalized Consonants) [4], боковые согласные (Lateral Consonants) [5], веллярный согласный (The Velar Nasal) [6], назализация гласных (Vowel Nasalisation) [7], пе-

редние огубленные гласные (Front Rounded Vowels) [8], присутствие редких согласных (Presence of Uncommon Consonants) [9].

Каждому признаку присвоено натуральное число от одного до семи, которое соответствует порядку выше. Также ниже представлена таблица всех значений признаков, которая благодаря пересечению наименований признаков и их значений позволяет интерпретировать и использовать графики. Пропуски в таблице означают отсутствие значений для характеристик признаков в исходной базе данных.

Интерпретация числовых значений признаков языков, выбранных для точечного графика

Значение / Наименование признака	1	2	3	4	5	6	7	8
Увулярные согласные	Отсутствуют	Только увулярные взрывные	Только увулярные континуанты	Увулярные взрывные и континуанты				
Глоттальные согласные	Отсутствуют	Только абруптивные согласные	Только имплозивные согласные	Только сонорные глоттальные согласные	Имплозивные согласные и абруптивные согласные	Абруптивные и сонорные глоттальные согласные	Имплозивные и сонорные глоттальные согласные	Имплозивные и сонорные глоттальные и абруптивные согласные
Веллярный согласный	Начальная позиция в слове	Не начальная позиция в слове	Отсутствует					
Назализация гласных	Существует контраст между носовыми и ротовыми согласными	Отсутствует контраст между носовыми и ротовыми согласными						
Передние огубленные гласные	Отсутствуют	Верхний и средний согласный	Только верхний	Только средний				
Присутствие редких согласных	Отсутствуют	Щелкающие согласные	Лабиевеллярные согласные	Фарингальные согласные	Глухой альвеолярный несвистящий фриктивный согласный	Щелкающие согласные и фарингальные согласные и глухой альвеолярный несвистящий фриктивный согласный	Глухой альвеолярный несвистящий фриктивный согласный и фарингальные согласные	

Для анализа были выбраны следующие языки (ниже список языков и их кодов из исходной базы данных): испанский язык – «spa»; французский язык – «fre»; английский язык – «eng»; новогреческий язык – «grk»; немецкий язык – «ger».

Результат запуска программы представлен на рис. 1.

Важно отметить, что 3Dточечную диаграмму можно заменить графиком 3Dданных дискретного ряда (The MathWorks, Inc. 2024. Documentation: MATLAB: Graphics: 2D and 3D Plots: Discrete Data Plots: stem3, Plot 3D discrete sequence data. MATLAB stem3) без потери основной функции первоначального графика, при этом подчеркнув визуальное отображение одинаковых значений признаков разных языков с помощью линий между точками. Этот вариант представлен на рис. 2.

График 3D-данных дискретного ряда, представленный на рис. 2, может быть также модифицирован благодаря построению между точками ортогонально расположенных линий. Это позволит рассматривать график без вращений его осей в трехмерном пространстве. К тому же, возможно и построение между точками линий под тупыми и острыми углами, которые могут показать резкое отличие значений параметров на определенных осях.

Обобщая сказанное, важно отметить, что полученные таким образом экспериментальные данные могут быть использованы не только в сугубо лингвистических исследованиях, что вполне закономерно, но и в пограничных в языкознании областях научного знания, в частности, психолингвистике [10], а также психологии и лингводидактике.

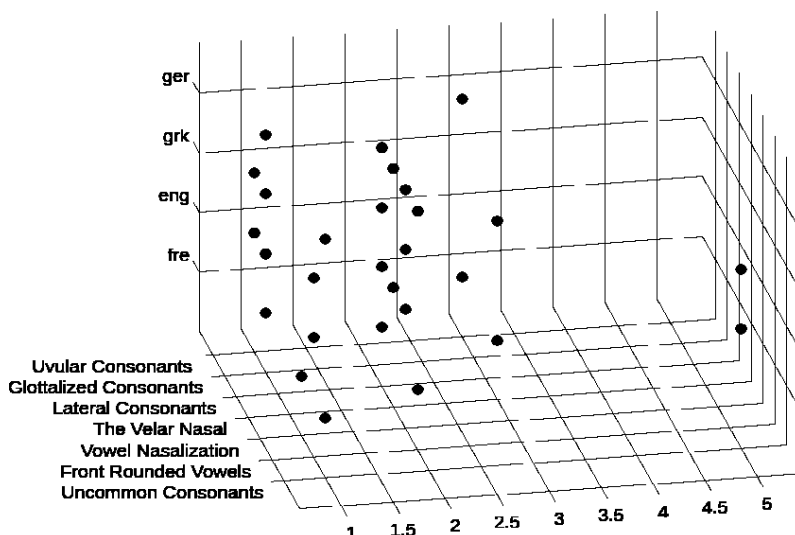


Рис. 1. 3D-точечный график: ось X – наименования признаков; ось Y – значения признаков; ось Z – коды языков из исходной базы данных

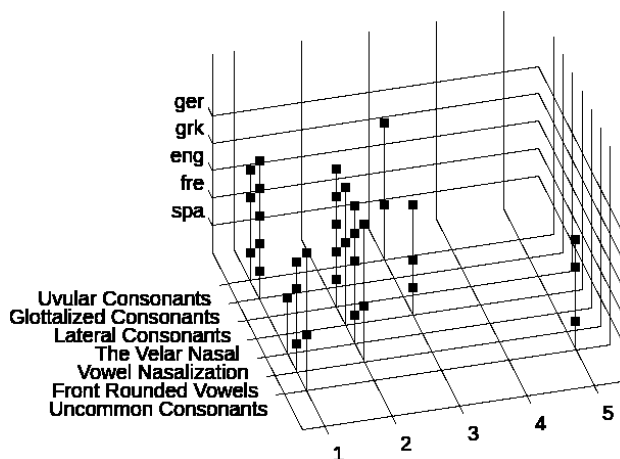


Рис. 2. График 3D-данных дискретного ряда: ось X – наименования признаков; ось Y – значения признаков; ось Z – коды языков из исходной базы данных

В результате проделанной работы на языке технических вычислений Матлаб была разработана программа, которая на основе «Всемирного атласа языковых структур» способна оперировать массивом языковых признаков и, исходя из конкретного запроса пользователя, отображать график распределения данных (3D-точечную диаграмму), который при необходимой интерпретации может быть использован для анализа и сопоставления признаков исследуемых языков. Код программы легко настраиваем, это позволяет не только изменять визуальную составляющую

графиков, но и дает возможность работать с любым количеством языков из «Всемирного атласа языковых структур».

В итоге, выбранный графический способ отображения лингвистической информации в виде математического графика распределения данных и функциональная составляющая программы позволяет ей быть использованной при проведении лингвистических сравнений языков разного масштаба из вышеупомянутой базы данных по различным таксономическим категориям.

Список источников

1. Егорова А.Ю., Зацман И.М., Кружков М.Г., Нуриев В.А. Индикаторная оценка нестабильности нейронного машинного перевода // Системы и средства информатики. 2021. Т. 31. № 2. С. 139–151.
2. Егорова А.Ю., Зацман И.М.1, Мамонова О.С. Надкорпусные базы данных в лингвистических проектах // Системы и средства информатики. 2019. Т. 29. № 3. С. 77– 91.
3. Ian Maddieson. Uvular Consonants // The world atlas of language structures online. Режим доступа: <http://wals.info/chapter/6> (дата обращения 02.02.2024).
4. Ian Maddieson. Glottalized Consonants // The world atlas of language structures online. Режим доступа: <http://wals.info/chapter/7> (дата обращения 02.02.2024).
5. Ian Maddieson. Lateral Consonants // The world atlas of language structures online. Режим доступа: <http://wals.info/chapter/8> (дата обращения 02.02.2024).
6. Gregory D.S. Anderson. The Velar Nasal // The world atlas of language structures online. Режим доступа: <http://wals.info/chapter/9> (дата обращения 02.02.2024).
7. John Hajek. Vowel Nasalization // The world atlas of language structures online. Режим доступа: <http://wals.info/chapter/10> (дата обращения 02.02.2024).
8. Ian Maddieson. Front Rounded Vowels // The world atlas of language structures online. Режим доступа: <http://wals.info/chapter/11> (дата обращения 02.02.2024).
9. Ian Maddieson. Presence of Uncommon Consonants // The world atlas of language structures online. Режим доступа: <http://wals.info/chapter/19> (дата обращения 02.02.2024).
10. Краснянская Т.М., Тылец В.Г. Психолингвистические механизмы вербализации концептов психологической, информационной и информационно-психологической безопасности // Язык и культура. 2022. № 59. С. 54–74. <https://doi.org/10.17223/19996195/59/4>.

Информация об авторе / Information about the Author

Кульчитский Максим Антонович,
студент,
факультет французского языка,
Московский государственный
лингвистический университет,
119034, г. Москва, ул. Остоженка, 38, стр. 1,
Российская Федерация
emailofmaks@yandex.ru

Maksim A. Kulchitkiy,
Student,
Faculty of French Language,
Moscow State Linguistic University,
38 Ostozhenka St., Moscow 119034,
Russian Federation
emailofmaks@yandex.ru

Влияние типа личности студента на успешность овладения иностранным языком

© Л.Д. Паркина

Московский государственный лингвистический университет, г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В работе предпринята попытка выявления и анализа особенностей обучения иностранному языку в лингвистическом вузе с опорой на психотипологические характеристики личности студентов по личностной теории Myers-Briggs Type Indicator, предложенной И. Майерс-Бриггс. Описаны психологические особенности иноязычной образовательной практики овладения французским языком в профильном (языковом) университете, к которым, в частности, относится потребность в достижении высокого уровня коммуникативной компетенции, состоящей в возможности последующей трансляции получаемых знаний. При этом оптимальный уровень владения французским языком обнаруживается у обучающихся с наибольшим уровнем положительной установки и мотивации на освоение иноязычного лингвистического опыта. Выявлены психологические факторы успешности обучения французскому языку в зависимости от индивидуально-личностных свойств и качеств студентов-франкофилов: наличие или отсутствие психологических барьеров овладения иностранным языком вообще и французским языком, в частности, уровень мотивации овладения французским языком и проблема темпераментальных характеристик личности студентов, находящихся в ситуации освоения иноязычного лингвистического опыта. Исследование установило наличие психологических параметров успешности обучения французскому языку в лингвистическом вузе исходя из экспериментальных данных, полученных в ходе онлайн-тестирования студентов первого и второго курсов факультета французского языка, выполнения ими творческих заданий и прохождения электронного опроса.

Ключевые слова: иностранный язык, успешное обучение, психология обучения иностранным языкам, мотивация, MBTI

The influence of a student's personality type on the success of foreign language acquisition

© Lia D. Parkina

Moscow State Linguistic University, Moscow, Russian Federation

Abstract. The article identifies and analyzes the peculiarities of teaching foreign language at a linguistic university based on the psychotypological characteristics of students' personality according to the MBTI personality theory proposed by I. Myers-Briggs. The article describes the psychological features of foreign language educational practice of mastering the French language at a specialized (language) university, which, in particular, includes the need to achieve a high level of communicative competence, which consists in the possibility of subsequent translation of acquired knowledge. At the same time, the optimal level of French language proficiency is found in students with the highest level of positive attitude and motivation to master foreign language linguistic experience. The article identifies psychological factors for the success of teaching the French language depending on the individual personal properties and qualities of French-speaking students: the presence or absence of psychological barriers to mastering a foreign language in general and the French language, in particular, the level of motivation for mastering the French language and the problem of temperamental characteristics of the personality of students, who are in a situation of mastering foreign language linguistic experience. The article concludes that the study established the presence of psychological parameters for the success of teaching French at a linguistic university based on experimental data obtained during online testing of first- and second-year students of the Faculty of French, their completion of creative tasks and completion of an electronic survey.

Keywords: foreign language, successful learning, psychology of learning foreign languages, motivation, MBTI

Введение

Как показывают современные психолого-педагогические исследования, успешное овладение иностранным языком невозможно без учета индивидуально-психологических особенностей учащихся (А.А. Алхазисвили, В.А. Ар-

темов, Г.Е. Ведель, Л.Ш. Гегечкори, И.А. Зимняя, М.К. Кабардов, Г.А. Китайгородская, Г.К. Лозанов, Е.И. Пассов и др.). Так, успешное овладение иностранным языком рассматривается отечественными и зарубежными исследователями в контексте внедрения коммуника-

тивных методов обучения иноязычному говорению [1], диагностики языковых способностей [2], интенсивного обучения иностранным языкам [3], овладения устной иностранной речью [4], освещения отдельных аспектов истории зарубежной методики преподавания иностранных языков [5]. Отдельные аспекты успешности овладения иностранным языком анализируются в исследованиях психологических особенностей обучения иностранным языкам в школе [6], психологических предположений активизации научения иностранному языку [7], при рефлексивно-ретроспективной реконструкции отечественной психологии обучения иностранным языкам [8], а также изучении связи психологии и методики обучения иностранным языкам [9], и даже выстраивании суггестопедической системы обучения иностранным языкам [10].

Определенные личностные параметры обучающихся могут быть препятствием на пути успешного изучения иностранного языка. Недостаточное овладение иностранным языком обнаруживает необходимость учета зависимости успешности изучения и овладения иностранным языком от психологических особенностей личности обучающихся. В последнее время широко внедряются активные методики преподавания иностранных языков, основанные на коммуникативном принципе владения иностранным языком, групповые формы обучения, предполагающие организацию образовательного общения и взаимодействия не только преподавателя со студентами, но и студентов друг с другом [11]. Однако эти методы обучения должны быть соотносены с психологическими особенностями обучающихся.

В процессе обучения студентов иностранным языкам необходимо учитывать их психотипологические особенности, что способствует повышению успешности овладения иностранным языком, а также оптимизации иноязычной образовательной практики. Б.В. Беляев [12] выделяет два отдельных типа овладения иностранным языком: рационально-логический и интуитивно-чувственный. По мнению автора, формирование этих типов происходит как на основе индивидуальных особенностей человека, так и в результате методов и приемов обучения. Одновременно успешность овла-

дения иностранным языком может рассматриваться как фактор комфорта и личной безопасности обучающегося [13]. Что касается психофизических особенностей личности, влияющих на успешное освоение иностранных языков, лингвисты и психологи выделяют чувствительность слухового аппарата, способность замечать и изменять структурные вариации языка, продуктивность вербальной памяти и способность устанавливать языковую модель, способность использовать и распознавать запоминаемые слова в разных формах, устанавливать смысловые связи, различать форму и содержание иностранных слов, способность к вероятностному прогнозированию, логику построения цепочки суждений. Все это составляет психологическую реальность современной иноязычной образовательной практики [14] и определяет специфический характер психолого-педагогических концепций обучения иностранным языкам.

Исследование

Анализ литературы показывает, что попытки классифицировать отдельные стили деятельности в овладении иностранным языком предпринимались давно. Одной из таких теорий является личностная система МБТИ, предложенная И. Майерс-Бриггс по типологии К.Г. Юнга [15]. Эту систему мы взяли за основу, чтобы изучить возможные психолого-педагогические аспекты успешности овладения иностранным языком как академической дисциплины лингвистического вуза.

Нами было проведено эмпирическое исследование студентов первого и второго курсов факультета французского языка Московского государственного лингвистического университета, чтобы изучить их психотипы и выяснить влияние психотипа их личности на успешность изучения французского языка. Основными задачами исследования мы определили:

- установить отношение студентов к французскому языку как профильной дисциплине;
- выявить психотипы студентов в соответствии с системой И. Майерс-Бриггс;
- сделать вывод о том, влияет ли тип личности студента на успешность освоения иноязычного лингвистического опыта.

На первом этапе студентам первого и второго курсов было предложено пройти онлайн-тест, чтобы определить типы их личности. Студенты первого курса должны были написать эссе (без ограничений в объеме и времени) на французском языке о том, почему они начали изучать этот язык и что им нравится во французском языке. Второй частью нашей эмпирической работы было написание студентами первого и второго курсов текста на французском языке (творческого задания). Третьим этапом было прохождение студентами электронного опроса, состоящего из четырех вопросов об их отношении к занятиям, домашним заданиям и мотивации изучения французского языка.

Мы сформулировали основные характеристики, по которым были проанализированы задания и ответы всех студентов: количество ошибок (грамматических и лексических), количество времени для выполнения творческого задания, успеваемость каждого студента в целом с учетом ответов в электронной анкете.

Полученные нами эссе студентов первого курса, в количестве 11 работ, были содержательно и формально проанализированы. Большинство студентов написали текст среднего размера (около шести предложений). Из текстов эссе мы получили информацию, что только два человека не заинтересованы в изучении французского языка, три человека проявляют умеренный интерес, но у всех есть желание овладеть этим иностранным языком.

Изложим содержание шкал экстраверсии – интроверсии. В группе испытуемых оказалось два сенсорных экстраверта-ES (ESTP и ESFP). Оба не проявляют большого интереса к изучению французского языка, но их мотивы обучения соответствуют чувственному восприятию. Отметим, что если в индивиде преобладает сенсорное восприятие (S), т. е. у него более прагматические цели и взгляды, то и сосредоточены они на том, что дает ощутимый результат. В нашем случае, речь идет о получении стипендии и хороших оценок, что не только не выходит за рамки прагматической сферы овладения языком, но и обладает очевидной взаимосвязью. В своих эссе испытуемый с профилем ESTP допустил четыре ошибки из восьми основных предложений, а испытуемый с профилем ESFP допустил

только одну ошибку из четырех средних предложений, несмотря на то, что, по их собственному утверждению, сам французский язык их не интересует. Испытуемые-экстраверты дали следующие ответы: два студента с профилем ENFP ответили в анкете почти одинаково. На вопрос «Сколько времени в среднем вы тратите на выполнение домашних заданий?» они выбрали только один ответ «Я его не делаю». В тестах одного испытуемого с типом ENFP было три ошибки, тогда как у второго было семь ошибок. Различие заключается только в желании изучать языки: у первого есть интерес к французскому языку, а у второго – нет. Необходимо отметить, что тип ENFP описывается как человек, который любит изучать многие области, но делает это поверхностно. Кроме того, им трудно долго сосредотачиваться на одном деле и обращать внимание на детали.

Далее мы проанализировали творческие работы студентов второго курса. Студенты должны были написать то, что они хотели в свободной форме (это мог быть рассказ, диалог и т. д.). Одновременно мы определили количество времени, которое потребовалось каждому, чтобы написать эту письменную работу. Большинство студентов, завершивших написание работы в промежутке от 5 до 12 мин, имели психотипы с преобладанием качества суждения (семь человек из девяти), в частности, это были ESFJ, два INTP и INTJ, три ISTJ, два ISFJ. Более того, только у двух человек были некоторые ошибки в своих письменных работах, у остальных их вообще не было. В то время как из тех, кто закончил написание работы намного позже (11 человек), только у одного человека не было ошибок. В большинстве здесь преобладает тип SJ, отличительной чертой которого является стабильность и надежность, способность сохранять традиции. Недостатком этого психотипа является замедление выполнения любой деятельности из-за увлечения следовать системе. Представители типа SJ выполняют любое задание до конца. Это в полной мере относится и к выполненным ими творческим работам на французском языке в ходе нашего экспериментального воздействия. В более широком контексте следует отметить, что психотипы ISTJ консервативны, им трудно придумать что-то новое, требующее богатого вооб-

ражения. И такие задачи, как придумывание новых историй или подготовка творческих заданий, могут быть для них сложными. Несмотря на это, трое из четырех испытуемых с профилем ISTJ закончили писать свое творческое задание на французском языке быстрее, чем остальные. Проанализировав их тексты, мы обнаружили, что один испытуемый с профилем ISTJ написал отрывок из французского стихотворения, которое он, конечно, написал не сам, но знал его наизусть, второй испытуемый с профилем ISTJ написал краткое изложение сказки; третий написал свободный текст о необходимости иметь семью в жизни. Здесь также можно подчеркнуть, что личные границы, круг общения важны для психотипов ISTJ, поскольку им очень сложно делиться личной информацией о себе.

Результаты электронного опроса студентов первого и второго курса показали следующее. На вопрос «Как часто вы нервничаете на занятиях по французскому языку?» большинство студентов ответили, что могут нервничать во время занятий в зависимости от предмета (аспекта изучаемого языка) или преподавателя. Студенты, которые редко испытывают беспокойство во время занятий (34,4 %), в большинстве своем относятся к Т-типам (семь из десяти) и Р-типам (семь из десяти) (ESTP, ISTP, ISTP, ESFP, ENFP, INTP, ISFP, ISTJ, ENTJ, INTJ). Отметим, что Т-типы – это люди, полагающиеся больше на логику, чем на чувства, а Р-типы – это люди, которые обычно не планируют, а действуют в соответствии с обстоятельствами. Р-типы легче приспосабливаются к различным ситуациям, и, возможно, именно поэтому они не так беспокоятся во время занятий. В то время как среди тех, кто ответил «Это зависит от предмета и преподавателя» (59,4 %), Т-типы и Р-типы ответили поровну.

На вопрос «Как часто вы готовите домашнее задание?» 50 % студентов ответили «Я всегда делаю задание заранее». Из этих студентов большинство J-типы (11 из 15) (INTP, ISTJ, ISFP, INTP, ISFJ, ISFP, ISTJ, INTJ, ISTJ, ESFJ, ISFJ, ENTJ, INTJ), а также большинство I-типы (интроверты). J-типы предпочитают планировать и систематизировать информацию заранее. Из тех, кто ответил «Я делаю задание в последний момент» (40,5 %), боль-

шинство – это Р-типы (шесть из девяти) (INFP, ISTP, ENFP, INTP, INTJ, ENFP, ESFJ, ENFP, ISFJ). И, как нам уже известно, Р-типы более склонны менять свои планы.

На третий вопрос «Насколько вы уверены в своем уровне владения языком на данный момент (с учетом времени, затраченного на обучение)?» ответы студентов по психотипам разделились поровну. Только в ответе на этот вопрос три из четырех испытуемых с профилем ISTJ выбрали ответ «Я думаю, что мой уровень мог бы быть намного лучше».

На четвертый вопрос «Сколько в среднем времени вы тратите на выполнение домашних заданий?» подавляющее большинство студентов (81,3 %) выбрали ответ «Я стараюсь выполнять как можно больше» (25 студентов), «Я посвящаю этому все свое свободное время, учеба важна» (9,4 %). При этом среди ответивших было два типа: ISTJ и INTJ. Последний вариант ответа «Я просто не делаю этого, мне не нравятся домашние задания» (9,4 %) был выбран тремя типами испытуемых с типом ISTP и двумя с типом ENFP. Можно отметить, что это студент с типом ISTP, у которого нет большого желания изучать язык вообще и французский язык, в частности. Что касается двух испытуемых с типом ENFP, то у одного из них есть интерес к языку, а у другого – он не совсем четко выражен, но они оба не выполняют свои домашние задания. Отметим, что для ENFP трудно сосредоточиться на чем-то одном, и иногда они просто забывают, что хотят сделать, и начинают заниматься чем-то другим.

Таким образом, в результате проведенного нами эмпирического исследования были получены данные, формирующие некоторый обобщенный социально-психологический портрет студента, изучающего французский язык в качестве первой специальности.

Заключение

Проанализировав тестовые и творческие работы студентов первого и второго курсов, мы пришли к таким выводам: были выявлены причины изучения иностранного языка, неоднозначные предпочтения в стратегиях изучения иностранного языка в рамках коммуникативного и аудиolingвального подходов, кроме того, мы попытались исследовать способно-

сти студентов оценивать собственное владение иностранным языком, опираясь на знания психологических профилей студентов с учетом характеристик психотипов MBTI. Следует отметить, что тип личности не полностью определяет человека. Тест MBTI создан, чтобы помочь человеку определить свои индивидуальные предпочтения, определив, какие полюса шкалы ему больше всего подходят, поскольку у человека присутствуют оба фактора, но доминирует лишь один из них.

В ходе нашего исследования мы рассмотрели характеристики (основанные на типологии MBTI), которые влияют на успешность изучения французского языка. Гипотеза о том, что мотивация является одним из факторов,

которые могут влиять на успешность обучения, подтвердилась. Кроме того, было установлено, что мотивация с точки зрения типов личности различна: студенты по-разному подходят к овладению иностранным языком (в зависимости от их типов личности), что также влияет на их успешность обучения.

В заключение отметим, что исследования типов личности обучающихся могут помочь лучше понять студентов, в частности их мотивы и способы обучения, которые им подходят и которые помогут им добиться лучших результатов в освоении иноязычного лингвистического опыта, что может иметь практическую ценность в преподавании французского языка.

Список источников

1. Пассов Е.И. Коммуникативный метод обучения иноязычному говорению. М.: Просвещение, 1991. 222 с.
2. Кабардов М.К. О диагностике языковых способностей // Психологические и психофизиологические исследования речи. М.: Наука, 1985. С. 176–202.
3. Китайгородская Г.А. Методические основы интенсивного обучения иностранным языкам. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. 175 с.
4. Алхазисвили А.А. Психологические основы обучения устной иностранной речи. Тбилиси: Ганатлеба, 1974. 159 с.
5. Гез Н.И., Фролова Г.М. История зарубежной методики преподавания иностранных языков. М.: Академия, 2008. 254 с.
6. Зимняя И.А. Психология обучения иностранным языкам в школе. М.: Просвещение, 1991. 219 с.
7. Артемов В.А. Психологические предпосылки активизации научения иностранному языку // Иностранные языки в школе. 2008. № 8. С. 2–8.
8. Тылец В.Г. Психология обучения иностранным языкам: рефлексивно-ретроспективная реконструкция. Пятигорск: ПГЛУ, 2011. 339 с.
9. Ведель Г.Е. Психология и основы методики преподавания иностранных языков (на материале немецкого языка). Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1974. 270 с.
10. Лозанов Г.К. Сущность, история и экспериментальные перспективы суггестопедической системы при обучении иностранным языкам // Методы интенсивного обучения иностранным языкам. 1977. № 3. С. 7–16.
11. Гегечкори Л.Ш. К проблеме интенсификации процесса обучения взрослых иноязычной речи. На материалах эксперим. работы лаб. новых методов обучения иностр. яз. Тбилиси: Изд-во Тбил. ун-та, 1975. 297 с.
12. Беляев Б.В. Очерки по психологии обучения иностранным языкам. М.: Просвещение, 1965. 227 с.
13. Тылец В.Г., Краснянская Т.М. Психологическая реальность иноязычных образовательных практик: от комфорта к личной безопасности // Вестник Пятигорского государственного лингвистического университета. 2008. № 3. С. 317–321.
14. Тылец В.Г., Краснянская Т.М. Психология обучения иностранным языкам в контексте педагогических концепций и образовательной практики // Вестник Пятигорского государственного лингвистического университета. 2012. № 3. С. 186–189.
15. Майерс-Бриггс Изабель, Майерс Питер MBTI. Определение типов. У каждого свой дар. М: Бизнес Психология, 2015. 320 с.

Информация об авторе / Information about the Author

Паркина Лия Денисовна,
студент,
Московский государственный
лингвистический университет,
119034, г. Москва, ул. Остоженка 38/1,
Российская Федерация
liya.parkina@gmail.com

Lia D. Parkina,
Student,
Moscow State Linguistic University,
38/1 Ostozhenka St., Moscow 119034,
Russian Federation
liya.parkina@gmail.com

Влияние физических нагрузок на трудоспособность студента

© Р.А. Амбарцумян, К.В. Переделкина

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

Аннотация. Трудоспособность – это способность человека выполнять конкретную деятельность в рамках заданных временных лимитов и параметров эффективности. Основными функциональными состояниями, связанными с низкой двигательной активностью, принято считать обычное и хроническое утомление, психоэмоциональное напряжение, монотонию, гипокинегию и гиподинамию. Современные студенты часто жалуются на стресс, эмоциональное выгорание, излишнюю раздражительность, апатию, а также на боли в спине и шее. Избежать данных жалоб можно, если заниматься физическими упражнениями, так как они благоприятно влияют на трудоспособность человека. Физические нагрузки способствуют трезвой оценке и творчеству в ситуациях, которые требуют неординарного способа решения. Упражнения укрепляют области мозга, ответственные за социальное взаимодействие, ориентацию в пространстве и память. Физическая активность не только снижает уровень стресса, но и повышает внимательность, концентрацию и скорость работы мозга. Не стоит забывать и о правильном сбалансированном питании, которое также очень важно. Все это благоприятно воздействует на трудоспособность человека. Целью проведенного исследования являлся анализ влияния физических нагрузок на трудоспособность обучающегося. В статье представлены данные, полученные при проведении анкетирования студентов, которые подтверждают положительное влияние физических нагрузок на трудоспособность студента.

Ключевые слова: физическая культура, физическая активность, студенты, онлайн-опрос, трудоспособность

The impact of physical activity on a student's ability to work

© Rima A. Ambartsumyan, Kristina V. Peredelkina

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. Ability to work is the ability of a person to perform a specific activity within the specified time limits and performance parameters. The main functional conditions associated with motor activity are considered to be fatigue, chronic fatigue, overwork (overtraining), psychoemotional tension, monotony, hypokinesia and hypodynamia. Modern students often complain of depression, emotional burnout, excessive irritability, apathy, as well as back and neck pain. These complaints can be avoided if you engage in physical activity in a way that sport favorably affects a person's ability to work. Sport promotes sober assessment and creativity in situations that require an extraordinary way of solving. Exercises strengthen the brain areas responsible for social interaction, spatial orientation, and memory. Physical activity not only kills depression, but also increases mindfulness, concentration and brain speed. Do not forget about proper, balanced nutrition, which is also very important. All this has a positive effect on the ability to work. The purpose of this study is to analyze the impact of physical activity on a student's ability to work. The article presents the data obtained during the survey of students, which confirm the positive effect of physical activity on students' ability to work.

Keywords: physical culture, physical activity, students, online survey, ability to work

Введение

«Физическая активность – залог здоровья и успешного будущего» – эта фраза нам знакома с детства [1]. Люди, которые занимаются физическими нагрузками, более жизнерадостны, менее склонны к стрессу, раздражительности и неврозам, т. к. физическая активность помогает снизить количество потерянных нервных клеток [2]. Любая активность улучшает липидный спектр крови (снижается уровень триглицеридов и холестерина), разжижает кровь, вырабатывается гормон под названием серотонин [3]. Он представляет химическое вещество, которое имеет широкий

спектр функций в организме, его еще называют «гормоном счастья» [4]. Благодаря физическим нагрузкам повышается уровень этого гормона естественным путем, улучшается психическое состояние, что помогает снизить уровень стресса [5].

Спортивные люди полны энергии и сил, они способны на плодотворную работу и на достижение целей [6]. Недостаточная физическая активность приводит к нарушению обмена веществ, нарушению устойчивости, к гипоксии (недостатку кислорода) и еще ко многим негативным факторам, отрицательно влияющим на трудоспособность и на качество жизни [7].

Люди, занимающиеся физической культурой, чувствуют себя более привлекательно, они имеют красивую фигуру и прекрасное здоровье [8]. Это влияет на их трудоспособность, т. к. уверенные в себе люди достигают больших успехов в работе и учебе, нежели неуверенные в себе. Как говорилось ранее, физические нагрузки помогают избежать излишнего стресса, а значит, они также помогают уменьшить эмоциональное выгорание (этому способствует выработка белка, расщепляющего кинуренин – вещество, накапливающееся в результате стресса). Это означает, что человек, занимающийся физической культурой, здоров не только физически, но и духовно [9]. Такой человек имеет высокую работоспособность и добивается отличных результатов в своей деятельности. Его успешность в обучении и выполнение своих трудовых обязанностей во многом зависят от работоспособности, на которую сильно воздействует физическое воспитание. Так, например, у студентов в СССР была высокая трудоспособность и отличное здоровье, т. к. их жизнь была неотъемлемо связана с физическими нагрузками и здоровым образом жизни. Однако в настоящее время российский исследователь В.Б. Мандриков отмечает снижение физической работоспособности, а также общей активности и выносливости студентов [10].

На сегодняшний день значительная часть студентов Иркутского национального исследовательского технического университета (ИРНИТУ) ведет малоподвижный образ жизни и имеет низкое здоровье. Часто студенты сталкиваются с несоответствием результатов деятельности тем усилиям, которые на нее затра-

чиваются, и той усталости, которую вызывает эта деятельность. Главным вопросом, рассматриваемым в данной статье, являлась трудоспособность студента. В связи с этим цель исследования заключалась в проведении анализа влияния физических нагрузок на трудоспособность студентов ИРНИТУ.

Материалы и методы исследования

В исследовании, которое проводилось в марте 2023 г., приняли участие 92 студента очной формы обучения ИРНИТУ первого курса. Методика проведения исследования заключалась в онлайн-анкетировании. Анкета состояла из восьми вопросов, касающихся отношения студентов к физической культуре. Участникам были заданы вопросы, которые позволили выявить уровень физической активности и отношение студентов к физической культуре и к их трудоспособности.

Результаты исследования

Онлайн-опрос показал результаты, описанные в таблице.

Седьмой вопрос для опрашиваемых студентов был связан с количеством времени, затрачиваемого на физические нагрузки (без учета времени на учебные занятия физической культурой). Большинство ответило, что они тратят на физические нагрузки менее 30 минут (34,8 %), 14,8 % студентов ответили, что тратят на занятия более одного часа, студенты, которые профессионально занимаются спортом (20 %), ответили, что они занимаются физическими нагрузками более двух часов, 15,2 % ответили, что уделяют физической активности лишь один час, а другие 15,2 % – 30 минут (рис. 1).

Отношение студентов к физической активности и их трудоспособности

1. Испытываете ли вы усталость после умственной работы в университете? Варианты ответов: да; нет	Большинство студентов (84,8 %) ответили, что испытывают усталость после умственной работы в университете; остальные респонденты (15,2 %) ответили, что не испытывают усталости
2. Болит ли у вас спина, шея после пар? Варианты ответов: да; нет	58,7 % опрошенных ответили, что у них болит спина и шея после окончания пар, 41,3 % ответили, что у них не болит ни спина, ни шея
3. Испытываете ли вы нервное напряжение после пар? Варианты ответов: да; нет	Часть студентов ответили, что испытывают нервное напряжение после пар (54,3 %), меньшая часть (45,7 %) не испытывает нервное напряжение
4. Делаете ли вы зарядку по утрам? Варианты ответов: да; нет	Значительная часть студентов проголосовала, что не делает зарядку по утрам (73,9 %), и всего 26,1 % делает зарядку по утрам
5. Посещаете ли вы спортивные секции после пар? Или сами занимаетесь физическими нагрузками? Варианты ответов: да; нет	25 % студентов ответили, что посещают спортивные секции, 75 % не выполняют физических нагрузок, связанных со спортом

Многообразие ответов в ходе опроса мы получили на восьмой вопрос. Вопрос «Для чего вы занимаетесь физической культурой?» был представлен с тремя заданными ответами и одной возможностью дать собственный ответ (рис. 2).

Были получены такие ответы: 37 % опрошенных студентов занимаются физической культурой, чтобы укрепить свое здоровье, 21,7 % занимаются физической культурой, чтобы иметь красивую фигуру, 19,6 % респондентов занимаются физической культурой, потому что им нравятся физические нагрузки, 4,34 % занимаются физической культурой, по-

тому что нужно сдать нормативы, 4,34 % – от скуки, а 4,34 % занимаются для того, чтобы поступить на военную кафедру. Все вышеперечисленные показатели свидетельствуют о многообразии интересов и возможностей молодого поколения. Также можно наблюдать то, что большинство студентов ИРНИТУ с нежеланием занимаются физической культурой.

Результаты онлайн-тестирования среди студентов ИРНИТУ отражены на рис. 3. Они относятся к вопросу об увеличении трудоспособности студентов после физических нагрузок. Ответ «да» – увеличение трудоспособности, «нет» – не заметил влияния.

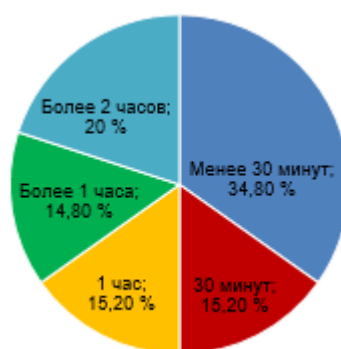


Рис. 1. Количество времени, затрачиваемое студентами ИРНИТУ на физические нагрузки



Рис. 2. Цель занятий физической культурой

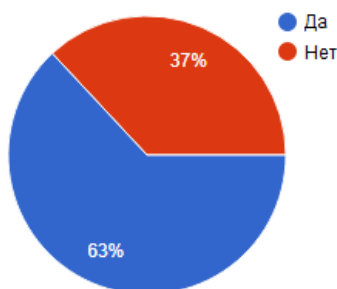


Рис. 3. Влияние физических нагрузок на трудоспособность студента

Об увеличении трудоспособности заявили 63 % опрошенных студентов, около 37 % не заметили оказываемого влияния физических нагрузок на их трудоспособность.

Заключение

По результатам онлайн-тестирования и анализа показателей тестов видно, что после учебных занятий в вузе большинство студентов отмечают утомление, боли в спине, шее, а также испытывают нервное раздражение. Они не желают что-либо делать после пар. Все это отрицательно влияет на их трудоспо-

собность. Лишь малое количество студентов делают зарядку по утрам.

Было установлено, что большинство опрошенных студентов выполняют физические нагрузки. Почему же тогда они не помогли улучшить работоспособность студентов? Это связано с тем, что часто студенты выполняют физические нагрузки с нежеланием, а значит с низкой эффективностью занятий физической культурой. Большинство опрошенных студентов (63,0 %) замечали, что физические нагрузки, которые выполняются с высокой мотивацией, значительно увеличивают трудоспособность.

Список источников

1. Зуйкова Е.Г., Бондарчук И.Л. Влияние физической культуры на работоспособность и адаптацию студентов к физическим нагрузкам // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2012. Т. 7. № 1. С. 228–233.
2. Бочкарева С.И., Высоцкая Т.П., Ростеванов А.Г. Современное состояние и проблемы развития физической культуры в вузе // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. 2017. № 4 (94). С. 42–47. Режим доступа: <https://vest.rea.ru/jour/article/view/349> (дата обращения: 18.01.2024).
3. Коршунова О.С. Философский взгляд на физическое воспитание в современной России // Молодой ученый. 2015. № 3 (83). С. 868–870. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/83/> (дата обращения 20.01.2024).
4. Копылова Н.Е., Буянова Т.В. Особенности физического воспитания студентов в современном обществе // International innovation research: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (г. Пенза, 27 января 2017 г.). Пенза, 2017. С. 309–311.
5. Меерманова И.Б., Койгельдинова Ш.С., Ибраев С.А. Состояние здоровья студентов, обучающихся в высших учебных заведениях // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 2-2. С. 193–197.
6. Холодов Ж.К. Теория и методика физического воспитания и спорта. М.: Академия, 2001. 478 с.
7. 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. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2020-5-150-168>.
8. Москалюк А.О., Колокольцев М.М. Отношение к здоровью студентов технического вуза Прибайкалья // Молодежный вестник ИрГТУ. 2019. Т. 9. № 1. С. 220–225. Режим доступа: <http://xn--b1agjigi1ai.xn--p1ai/journals/2019/01/articles/42> (дата обращения: 20.01.2024).
9. Рулева Д.В., Колокольцев М.М. Психосоциальное состояние студентов по данным теста «стресс-коронарный профиль» // Социальные и психологические проблемы современного образования. Материалы Всеросс. науч.-практ. конф. (г. Иркутск, 29 ноября 2018 г.). Иркутск, 2018. С. 231–234.
10. Виноградов П.А., Окуньков Ю.В. Физическая культура и спорт трудящихся. М.: Советский спорт, 2015. 172 с.

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
rma.ambarcumyan@mail.ru

Rima A. Ambartsumyan,
Senior Lecturer,
Physical Education Department,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
rma.ambarcumyan@mail.ru

Переделкина Кристина Владимировна,
студент,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
peredelkinakristina@gmail.com

Kristina V. Peredelkina,
Student,
Institute of Architecture, Construction and design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
peredelkinakristina@gmail.com

Роль физической культуры в борьбе с психологическими проблемами и стрессом среди студентов

© А.А. Бадмацыренов, О.В. Яловенко

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

Аннотация. Данная работа подробно освещает важность физической культуры для студентов не только в плане их физического здоровья, но также и в целях их психологического благополучия. Акцентируется внимание на множестве проявлений стрессов у студентов в процессе учебы, что обуславливается более высокой эмоциональной нагрузкой на учебных занятиях, а также многочисленными спортивными, психологическими и прочими аспектами, связанными с их активной жизнью в новом для них социуме. Для студентов занятия физической активностью могут стать выходом для стресса и отдыхом от академической нагрузки. Кроме того, социальный аспект участия в физической активности или спорте может помочь учащимся сформировать чувство общности и сеть поддержки, что важно для общего психического здоровья. Университеты и учебные заведения могут играть решающую роль в поощрении физической активности и предоставлении студентам ресурсов для занятий различными формами физических упражнений, что в конечном итоге способствует общему благополучию. Анализируются результаты анкетного опроса, которые указывают на явную пользу физической активности для студентов и ее безусловное влияние на их психологическое состояние. В конце работы описаны занятия и даны методические рекомендации по внедрению физкультуры в повседневную жизнь студентов.

Ключевые слова: психологические проблемы, стресс, физическая культура, студенты

The role of physical education in combating psychological problems and stress among students

© Amgalan A. Badmatsyrenov, Olga V. Yalovenko

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. This article highlights in detail the importance of physical education for students, not only in terms of their physical health, but also for their health and psychological well-being. The article focuses on the many manifestations of stress in students during their studies, which is caused by a higher emotional load in the classroom, as well as numerous sports, psychological and other aspects related to their active life in a new society for them. For students, physical activity can be an outlet for stress and a break from academic workload. In addition, the social aspect of participating in physical activity or sports can help students form a sense of community and a support network, which is important for overall mental health. Universities and educational institutions can play a crucial role in encouraging physical activity and providing students with resources to engage in various forms of physical exercise, which ultimately contributes to overall well-being. The article analyzes the results of the questionnaire, which indicate to us the obvious benefits of physical activity for students and its unconditional impact on their psychological state. The article proposes methodological recommendations on the introduction of physical education into the daily life of students.

Keywords: psychological problems, stress, physical education, students

Все больше идут разговоры о том, насколько важно студентам следить за собственным эмоциональным состоянием, особенно сегодня. Этому тезису посвящена данная работа, которая дает обоснованные ответы на серьезные вопросы, касающиеся современного образования. Особенно подчеркивается необходимость физической активности и ее положительное влияние на жизнь студента.

Мир сейчас очень насыщен событиями и информацией. Тем более это касается студенчества, которое только вливается во взрослую жизнь и зачастую испытывает различные сложности, связанные с постоянной нехваткой времени. В этой связи многие из них подвержены серьезному стрессу, являющемуся основной причиной самых разных, порой непредсказуемых проблем. Среди них встречается необоснованное чувство грусти,

понижение успеваемости, постоянное ощущение беспокойства и «опаздывания», проблемы с питанием, общее плохое самочувствие, отсутствие хорошего настроения. Мы предполагаем, что активные и регулярные занятия физкультурой и спортом могут способствовать улучшению жизни и быта студентов.

Следует отметить, что у студентов есть проблемы в плане психологического здоровья и общего душевного равновесия, которые могут обуславливаться такими моментами как стресс в результате большой учебной нагрузки, проблемы в общении с окружающими, постоянная стесненность в деньгах, давление окружающих и проч. [1, с. 58]. Сталкиваясь с отсутствием необходимой поддержки, с коммуникативными трудностями во взаимодействии с педагогами или сокурсниками, со сложностями в личных отношениях, зачастую студенты могут думать, что они изолированы от мира, одиноки, никому не нужны и не интересны. В результате может развиться постоянное подавленное состояние, отсутствие интереса к окружающим.

Отдельно стоит упомянуть о финансовых проблемах. Студенты ограничены в своих средствах, немногие могут совмещать работу и учебу, чтобы заработать определенную сумму. Они вынуждены арендовать жилье, оплачивать обучение, питаться, расходовать деньги на прочие личные нужды. Финансовая нестабильность приводит к беспокойству, вызывая лишний стресс.

Но самой главной проблемой надо назвать стресс, связанный с процессом обучения. Сегодня у студентов высокие нагрузки, очень большой поток информации, поэтому многие могут не успеть сдать свои работы вовремя или выучить материал к экзамену. Это вызывает тревожное состояние, которое при ухудшении может перерасти в более серьезное психологическое заболевание, например, в депрессию. Большие объемы информации также притупляют внимание и замедляют усвояемость новых знаний. Многие студенты испытывают трудности с концентрацией внимания и жалуются на постоянную усталость.

Стресс – серьезная проблема современного мира. Наука описывает его как вынужденную реакцию организма на любой фактор, представляющий собой угрозу, даже если она

является призрачной, вымышленной и существует только в голове человека. Можно рассмотреть две составляющие того, что вызывает стресс (стрессор) и реакцию организма на него (стрессореакция) со всеми изменениями, которые могут происходить в поведении и состоянии человека [2, с. 77].

Можно выделить такие типы стресса, как социальный, профессиональный, академический, травматический и проч., для любой из его разновидностей есть определенные характеристики, степени и области воздействия на организм человека и его психологическое (иногда даже психическое) состояние.

Стресс может быть двух видов: острый и хронический. Острый является реакцией на вполне определенную проблему или жизненное испытание и действует относительно недолго. Хронический стресс, напротив, длится долго и может оказать значительное влияние на здоровье.

Выделяются физические и психологические признаки стресса. К физическим можно отнести высокое давление, повышенный сердечный ритм, проблемы со сном, головные боли и проблемы с желудочно-кишечным трактом. Психологические признаки включают беспокойство, общую раздражительность, депрессию, снижение памяти и внимания и т. д. [2, с. 81].

В частности, студенты из-за постоянных нагрузок часто недосыпают [3, с. 212]. Они не только учатся, но и могут работать, испытывать проблемы с адаптацией к социуму, результатом чего может стать бессонница, обусловленная регулярным недостатком времени на все дела, которые с течением времени только накапливаются. Впоследствии постоянная нехватка сна вызывает перепады и постепенное ухудшение когнитивных функций, настроения, самочувствия. Снижается память, повышается уровень раздражительности, следовательно, стресс только усиливается. Стрессовое состояние приводит к ухудшению здоровья, ослабевает иммунитет, повышается риск заболеваний сердечно-сосудистой системы [4, с. 495].

В наше время один из самых простых и действенных способов победить стресс – это физическая активность, занятия физкультурой. Регулярность упражнений значительно

уменьшают стрессовый гормон кортизол, формируя в организме гормоны счастья – эндорфины, которые успешно борются с грустью и беспокойством [5, с. 142]. Так, благодаря умеренной физической нагрузке можно улучшить сон, причем с точки зрения не только продолжительности, но и качества, снизить уровень напряжения и стресса, оптимизировать гормональный баланс. Кроме того, она обеспечивает восстановление циркадных ритмов организма.

Улучшение физического состояния при регулярном выполнении упражнений оказывает положительное влияние и на психоэмоциональную сферу студента. Все это способствует повышению уверенности в себе и, как следствие, более хорошему самочувствию в целом.

При занятиях спортом происходит организация и упорядочивание активности, мыслей, действий. Это благотворно влияет на психологический и поведенческий уровни. Студент, ощущающий недостаток контроля, благодаря регулярным физкультурным занятиям может ощутить, что он начал лучше контролировать ситуацию, что помогает снизить уровень стресса [6, с. 160].

Кроме того, спортивные занятия могут быть использованы в качестве средства, обеспечивающего социальную адаптацию и интеграцию студенческой молодежи. Атмосфера во время тренировок или спортивных мероприятий благоприятствует установлению социальных связей и развитию дружбы между студентами. Подобное общение также является немаловажным фактором для поддержания психического равновесия. Таким образом у занимающихся не только развиваются самоконтроль и дисциплина, но и растет уверенности в себе. А значит они будут более успешно справляться с негативными эмоциями и не поддаваться тягостным мыслям.

Помимо всего прочего, спорт может стать для студентов источником мотивации и новых целей. Это обеспечивает профилактику от пассивности и чувства безысходности, ведущих к нежеланию что-либо делать. Как известно, стресс способен вызывать целый ряд физиологических изменений. Соответственно, для преодоления его влияния и возврата состояния организма к норме требуется опреде-

ленное время и усилия. А благодаря занятиям физкультурой влияние негативных эмоций на человека снижается, и он уже не застревает на проблемах и тревожных предчувствиях, обретая уверенность в том, что все будет хорошо, даже если сейчас ему пришлось столкнуться с определенными трудностями [7, с. 263].

Вышесказанные утверждения подтверждаются результатами опроса, отраженными в публикации Р.В. Смородиновой. Его участниками были 100 студентов факультета общего и профессионального образования педагогического института ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет». Респондентов просили выбрать среди представленных вариантов то средство противодействия стрессу, которое наиболее эффективно для них. По итогам опроса были получены следующие данные: занятиям спортом отдали предпочтение 41 % участников, встрече с друзьями – 23 %, просмотру фильма/чтению – 18 %, прослушиванию музыки – 11 %, прогулке – 7 % [8, с. 43].

В этой связи можно выделить ряд способов физической активности, которые могут принести значительную пользу студентам. При этом следует отметить, что речь не идет исключительно о тренировках спортивной направленности. Прекрасные результаты можно получить и от других вариантов занятий, среди которых каждый может выбрать себе тот, который ему больше нравится:

1. Бег/ходьба. Пробежки на свежем воздухе несколько раз в неделю обеспечивают улучшение здоровья, повышение настроения и снижение уровня стресса. Если по каким-то причинам студент не может или просто не любит бегать, то бег можно заменить продолжительной ходьбой, желательно в достаточно быстром темпе.

2. Йога. Общеизвестно, что благодаря таким занятиям эффективно развивается гибкость, сила и чувство равновесия. Но кроме того, немалое внимание уделяется расслаблению и оптимизации психологического баланса.

3. Фитнес. Занятия аэробикой, зумбой или пилатесом, особенно в группе единомышленников и в сопровождении приятной музыки, прекрасно помогают поддержке и улучшению физического и психологического здоровья.

4. Танцы. Танцевальные тренировки не только обеспечивают выраженную физическую нагрузку, но и способствуют повышению уверенности в себе за счет развития умения красиво двигаться, а также дают большой заряд позитивных эмоций.

5. Плавание. Прекрасно укрепляет мышцы, улучшает работу дыхательной и сердечно-сосудистой систем, снимает эмоционально-психическое напряжение.

6. Медитация. В сочетании с физической активностью способствует улучшению концентрации и устранению стресса [9, с. 113].

Огромная позитивная роль умеренных физических нагрузок в обеспечении психологического здоровья человека не вызывает сомнений. В этой связи для повышения способности студентов к противостоянию стрессу необходимо предусматривать в учебном процессе соответствующие мероприятия, предполагающие физическую активность:

1. Специальные физкультурные занятия. Речь идет не только о традиционной физкультуре, но и о занятиях танцами, пилатесом, йогой, регулярно проводимых в рамках учебного времени.

2. Включение в учебный процесс элементов физической активности. В частности, в хорошую погоду занятия могут проводиться на свежем воздухе или во время занятия может выделяться небольшой промежуток времени на выполнение коротенького комплекса разминки.

3. Организация спортивных соревнований и мероприятий. Такие мероприятия могут про-

водиться с участием как студентов только одного, так и сразу нескольких учебных заведений. Благодаря этому будет обеспечиваться не только физическое развитие молодежи, но и укрепление коллективного духа и здорового соперничества. Все это обеспечит улучшение психологического состояния студентов.

4. Предоставление консультаций по управлению стрессом, организация тематических семинаров и тренингов в рамках учебного процесса. Здесь студенты смогут узнать о различных средствах, эффективных в противодействии стрессу: дыхательных упражнениях, медитации, методах релаксации и т. д. [10, с. 187].

С учетом всего рассмотренного выше, можно сделать вывод о чрезвычайно важной роли физической активности в предотвращении психологических проблем и борьбе с влиянием стресса у студенческой молодежи. За счет регулярных физических нагрузок в том формате, который больше всего подходит и нравится студентам, можно повысить их психическое благополучие и самооценку. Кроме того, социальная адаптация в этом случае также проходит более успешно. Как показывают результаты опроса, большая часть участников выделила в качестве наилучшего для них средства борьбы со стрессом именно физические нагрузки. Благодаря применению в учебном процессе приведенных в работе практических рекомендаций можно снизить уровень стресса среди студентов, улучшить их психологическое состояние и сделать обучение более эффективным и приятным.

Список источников

1. Балькова Д.В., Савельева О.В. Влияние физической активности на стрессоустойчивость студентов // Скиф. Вопросы студенческой науки. 2020. № 4 (44). С. 58–62. Режим доступа: <https://sciff.ru/arhiv/vypusk-4-44-aprel-2020/> (дата обращения: 15.01.2024).
2. Еременко В. Н., Медведева А. С., Левченко А. А. Роль физической культуры в жизни человека // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2019. Т. 8. № 3 (28). С. 353–355. Режим доступа: <https://landrailpip.ru/%d0%bd1%80%d1%85%d0%b8%d0%b2/> (дата обращения: 18.01.2024).
3. Дадашева Ф.Ш., Малышев Р.А. Физическая культура как способ преодоления стресса у студентов // Психология и педагогика XXI века: актуальные вопросы, достижения и инновации: сб. статей III Всеросс. студенческой науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Орехово-Зуево, 19 мая 2022 г.). Орехово-Зуево, 2022. С. 210–214.
4. Баширова Д.М., Стефинов Ф.В. Физическая культура как средство поддержания психологического здоровья // Молодой ученый. 2021. № 22 (364). С. 495–496. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/364/> (дата обращения: 13.01.2024).
5. Апалькова А.М., Полинский В.В., Герасимова Н.А. Занятия спортом (физической культурой) как средство профилактики стресса // Юный ученый. 2018. № 2 (16). С. 140–144. Режим доступа: <https://moluch.ru/young/archive/16/1129/> (дата обращения: 15.01.2024).

6. Томаев Э.Х., Хозиев Ф.Б., Хубецов А.М. Физическое воспитание как необходимое условие поддержания психического здоровья современных студентов // Балтийский гуманитарный журнал. 2019. Т. 8. № 3 (28). С. 159–162. <https://doi.org/10.26140/bgj3-2019-0803-0040>.
7. Питкин В.А. Влияние физической культуры на психическое здоровье человека // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2023. № 8 (222). С. 260–265.
8. Смородинова Р.В. Физическая культура как одно из средств борьбы со стрессом студентов // Физическая культура, спорт и здоровье. 2019. № 34. С. 41–44.
9. Марченко Д.В., Струганов С.М., Якушев Э.В. Профилактика стрессового состояния студенческой молодежи средствами физических упражнений // Наука-2020. 2020. № 5 (41). С. 111–115. Режим доступа: <http://www.nauka-2020.ru/Arhiv.html> (дата обращения: 13.01.2024).
10. Ларионова О.В., Маркин Н.Н., Маркин Д.Н., Азарова А.С. Занятия физической культурой как средство борьбы со стрессом в образовательном процессе в вузе // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2023. № 6 (220). С. 185–189.

Информация об авторах / Information about the Authors

Бадмацыренов Амгалан Аюрович,
студент,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
yukitero27@gmail.com

Amgalan A. Badmatsyrenov,
Student,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
yukitero27@gmail.com

Яловенко Ольга Викторовна,
старший преподаватель
кафедры физической культуры,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
d.olga@bk.ru

Olga V. Yalovenko,
Senior Lecturer,
Department of Physical Culture,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
d.olga@bk.ru

Лечебная физическая культура при черепно-мозговой травме

© В.В. Галета, А.И. Пономарев

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

Аннотация. Статья предлагает читателю ознакомиться с такой важной и актуальной проблемой медицины, как черепно-мозговая травма. По мнению многих ученых и врачей, черепно-мозговая травма является одной из самых серьезных травм, которой подвержен человек. На сегодняшний день данная травма встречается в России довольно часто, так в среднем за год она наблюдается примерно у 600 тыс. – 1 млн россиян, а это 0,6 % населения нашей страны. В связи с актуальностью проблемы нами было принято решение провести анализ существующих средств и способов реабилитации и восстановления пациентов, перенесших данную травму. В работе мы использовали теоретические методы исследования, такие как анализ, синтез и индукцию. В статье затронуты исследования следующих авторов: Л.Б. Лихтерман, В.В. Захаров, Е.А. Дроздова, В.Б. Смычѣк, А.И. Гневшев, Д.И. Голова, В.Е. Кульчицкий, В.А. Шмыгин, Е.С. Айвазова, А.С. Мустафаева. Работа состоит из определения понятия «черепно-мозговая травма» и его особенностей, далее приводятся результаты анализа существующих научных работ по изучаемой теме с целью обобщения данных и структуризации в удобный для теоретического и практического использования формат. Итогом проведенной работы является подбор наиболее полезных рекомендаций, позволяющих быстрее и эффективнее восстанавливаться после черепно-мозговой травмы и адаптироваться к новой жизни.

Ключевые слова: черепно-мозговая травма, лечебная физическая культура, реабилитация, физические упражнения, восстановление

Therapeutic physical education for traumatic brain injury

© Vladimir V. Galeta, Alexander I. Ponomarev

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article introduces such an important and pressing medical problem as traumatic brain injury. According to many scientists and doctors, traumatic brain injury is one of the most serious injuries to which a person is susceptible. Today, this injury occurs quite often in Russia; on average, it affects approximately 600 thousand to 1 million Russians per year, which is 0.6% of our country's population. Due to the urgency of the problem, the authors decided to analyze existing means and methods of rehabilitation and recovery of patients who have suffered this injury. In their work, the authors used theoretical research methods such as analysis, synthesis and induction. The article deals with the research of the following authors: Lichterman L.B., Zakharov V.V., Drozdova E.A., Smychek V.B., Gnevshchikov A.I., Golova D.I., Kulchitsky V.E., Shmygin V.A., Aivazova E.S., Mustafaeva A.S. The article defines the concept of "traumatic brain injury" and its features, and then provides the results of an analysis of existing scientific works on the topic under study with the aim of summarizing the data and structuring it into a format convenient for theoretical and practical use. The article provides a selection of the most useful recommendations that will allow you to recover faster and more effectively from a traumatic brain injury and adapt to a new life.

Keywords: traumatic brain injury, therapeutic physical education, rehabilitation, physical exercises, recovery

Жизнь человека непосредственно связана с риском и опасностью. В зависимости от особенностей деятельности люди подвержены различным травмам в большей или меньшей степени. Одной из таких травм является черепно-мозговая травма (ЧМТ).

Черепно-мозговая травма – комплекс контактных повреждений (мягких тканей лица и головы, костей черепа и лицевого скелета) и внутричерепных повреждений (повреждений вещества головного мозга и его оболочек), имеющих единый механизм и давность образования.

ЧМТ имеет свою классификацию:

1. Легкая.
2. Средняя.
3. Тяжелая.

Также ЧМТ подразделяют на:

- изолированную;
- сочетанную;
- комбинированную;

Изолированная характеризуется только травмой черепа и мозга. Сочетанная подразумевает, кроме травмы черепа и мозга, повреждение других органов. Комбинированная характеризуется воздействием на человека раз-

личных дополнительных травмирующих факторов.

ЧМТ можно разделить на открытую и закрытую. Открытой ЧМТ можно назвать состояние, при котором повреждены кожные покровы и апоневроз.

По мнению В.В. Захарова и Е.А. Дроздовой ЧМТ является очень серьезной травмой и встречается в России довольно часто. Так, в среднем за год данная травма наблюдается у 600 тыс.–1 млн россиян, а это 0,6 % населения нашей страны. Также авторы статьи обращают внимание на проблему когнитивных нарушений, которая является чрезвычайно актуальной в современном мире. Когнитивные нарушения проявляются в зависимости от тяжести полученной ЧМТ и диагностируются почти у 100 % больных [1].

Профессор В.Б. Смычек отмечает, что главной проблемой ЧМТ является сложный патогенез (механизм возникновения и развития заболевания), высокая смертность, нарушение жизненно важных функций, долгое течение болезни и высокая степень инвалидизации больных [2].

Л.Б. Лихтерман на базе Федерального государственного автономного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России разработал учение о последствиях черепно-мозговой травмы. Ученый провел многолетние исследования и поделился опытом лечения более пяти тыс. больных. Актуальность исследования обуславливает то, что количество инвалидов вследствие травм головного мозга в России насчитывается более двух млн человек [3].

Для понимания серьезности ЧМТ и ее последствий отметим, что внутримозговое пространство состоит из мозга (около 85 %), ликвора или спинномозговой жидкости (около 10 %) и крови (около 5 %). Последствия ЧМТ сказываются на все перечисленные части и компоненты черепа человека. Таким образом образуются рубцы, спайки, атрофия тканей головного мозга, дефекты черепа, нарушение циркуляции спинномозговой жидкости и крови, отклонения работы различных функций и систем организма. Указанные патологии оказывают очень сильное влияние на больного. Наиболее частым последствием ЧМТ

являются психопатологические синдромы и приступы эпилепсии. Психопатологические синдромы характеризуются эмоциональной неустойчивостью, повышенной тревожностью, вспышками гнева, злобой, внутренней напряженностью, несдержанностью и спонтанными колебаниями настроения. К сожалению, эти последствия влияют на социальную и трудовую адаптацию человека после травмы. Для предупреждения различных осложнений состояния пациента и восстановления работоспособности врач, помимо лечения, назначает занятия лечебной физической культурой (ЛФК).

ЛФК является частью физической культуры, в которой физические упражнения выступают средством восстановления здоровья больного. ЛФК представляет собой комплекс упражнений для реабилитации при различных болезнях и предупреждения их возникновения. Врачи используют специально подобранные комплексы упражнений, состоящие, как правило, из простейших или упрощенных упражнений и упражнения в дыхании [4]. Проанализируем подходы различных авторов к проведению занятий ЛФК с больными, перенесшими ЧМТ.

Д.И. Голова и В.Е. Кульчицкий обращают внимание, что подбор комплексов ЛФК должен быть индивидуальным для каждого человека с обязательным учетом степени повреждений и выставленного диагноза. Авторы подчеркивают, что первостепенной целью ЛФК является восстановление утраченных функций и физических возможностей. На заключительных этапах ЛФК самым важным является поддержание и укрепление здоровья. Так, Д.И. Голова и В.Е. Кульчицкий позволяют нам выделить основные средства и особенности ЛФК при ЧМТ:

- дыхательная гимнастика;
- массаж;
- самомассаж;
- упражнения для мелких и средних мышечных групп (только после прекращения тошноты и рвоты);
- упражнения с фиксацией положения и в медленном темпе;
- постепенное наращивание сложности, темпа и интенсивности выполнения упражнений;

- учитывать степень заболевания, осложнения, противопоказания и личные желания и особенности человека;

- выполнение комплексов упражнений с включением лучезапястного, локтевого и коленного суставов;

- восстановление утраченных трудовых и бытовых навыков, спортивная ходьба и плавание;

- вестибулярная гимнастика;

- глазодвигательные упражнения в сочетании с поворотами и наклонами головы;

- упражнения для развития меткости и точности;

- задания на определение размеров и направления движения объектов.

Д.И. Голова и В.Е. Кульчицкий выделяют три периода ЛФК:

1. Вводный.

2. Основной.

3. Заключительный.

Разберем каждый из них. В вводном или щадящем периоде ЛФК при ЧМТ темп выполнения упражнений медленный, а занятие состоит из 25 % специальных упражнений и 75 % общеразвивающих. Второй период характеризуется функциональной направленностью. В основной период включается 50 % специальных упражнений и 50 % общеразвивающих. Заключительный или тренировочный период ставит целью полное восстановление организма. В данном этапе 75 % всего занятия отводится специальным упражнениям и 25 % общеразвивающим [5].

В.А. Шмыгин и Е.С. Айвазова утверждают, что само применение лечебной физической культуры основано на движении – одном из основных физико-биологических умений человека как живого организма. Касательно ЧМТ авторы считают, что в первые дни после получения травмы никаких мероприятий ЛФК не проводится. Последующие дни характеризуются постельным режимом. Именно в этот момент необходимо внедрять упражнения ЛФК, такие как упражнения с вовлечением различных суставов, дыхательные упражнения, поднятие, опускание и вращения конечностями, прогибание спины и вращения таза. Дозировка упражнений подбирается на основании состояния больного. Оптимальным количеством является от четырех до шести повторений каждого упражнения.

В промежутке от 5 до 30 дней после травмы упражнения изменяются с обязательным учетом состояния пациента. На данном этапе используется дыхательная гимнастика, общеукрепляющая лечебная гимнастика, массаж.

На следующем этапе происходит восстановление базовых умений и навыков, необходимых для полноценной жизни. В них входит обучение стоянию, ходьбе и трудотерапия. При отсутствии осложнений, по мнению В.А. Шмыгина и Е.С. Айвазовой возможно переходить к более сложным и спортивным упражнениям. Однако авторы отмечают, что данный алгоритм не является универсальным и требует постоянной коррекции.

Выделим задачи, которые помогает решить ЛФК при ЧМТ:

- стабилизация состояния организма;

- адаптация пациента;

- социализация [6].

А.С. Мустафаева и соавторы изучали последствия ЧМТ и особенности реабилитации на базе акционерного общества «Республиканский научный центр нейрохирургии» в городе Астана. В своих исследованиях ученые и врачи обратили внимание на следующие средства ЛФК:

- аналитическая, сегментная, дыхательная, изометрическая и мимическая гимнастика;

- упражнения на координацию и равновесие;

- упражнения на восстановление мелкой моторики;

- ходьба у брусьев;

- гидрокинезотерапия.

В выводах исследования можно отметить следующее. Во-первых, динамика восстановления сильно зависит и коррелируется от степени полученной травмы и оперативности лечения. Во-вторых, реабилитация должна иметь комплексный характер и обязательно включать медикаментозное лечение, физиопроцедуры, занятия ЛФК, занятия с логопедом, психологом и другие мероприятия. Также во время реабилитации в головном мозге протекают компенсаторно-регенераторные механизмы восстановления, а правильно спланированная тактика применения реабилитационных средств позволяет улучшить кровообращение головного мозга и стабилизировать

процессы возбуждения и торможения в центральной нервной системе [7].

Подводя итоги проведенной нами работы, следует еще раз подчеркнуть опасность черепно-мозговой травмы. На основании теоретического анализа работ и исследований различных ученых мы можем то, что главными средствами и особенностями ЛФК при ЧМТ являются дыхательная гимнастика, упражнения для мелких и средних мышечных групп, постепенное наращивание сложности, темпа и интенсивности выполнения упражнений, восстановление утраченных трудовых и бытовых навыков, спортивная ходьба и плавание,

вестибулярная гимнастика, глазодвигательные упражнения в сочетании с поворотами и наклонами головы, упражнения для развития меткости и точности, упражнения на координацию и равновесие, упражнения на восстановление мелкой моторики, ходьба у брусьев и изометрическая гимнастика. При этом подбор комплексов ЛФК должен быть индивидуальным для каждого человека с обязательным учетом степени повреждений и выставленного анализа. Выполнение вышеописанных рекомендаций позволит людям быстрее и эффективнее восстанавливаться после ЧМТ и адаптироваться к новой жизни.

Список источников

1. Захаров В.В., Дроздова Е.В. Когнитивные нарушения у больных с черепно-мозговой травмой // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2013. № 4. С. 88–93. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2013-2462>.
2. Смычек В.Б., Пономарева Е.Н. Современная классификация черепно-мозговой травмы // Медицинские новости. 2012. № 1. С. 17–23. Режим доступа: <http://www.mednovosti.by/Journal.aspx?id=260> (дата обращения: 10.12.2023).
3. Лихтерман Л.Б. Учение о последствиях черепно-мозговой травмы // Нейрохирургия. 2019. Т. 21. № 1. С. 83–89. <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2019-21-1-83-89>.
4. Гневшев А.И. Особенности применения лечебной физической культуры при повышенном внутричерепном давлении // Междунар. науч.-тех. конф. молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова (г. Белгород, 01–20 мая 2019 г.). Белгород, 2019. С. 3788–3791.
5. Голова Д.И., Кульчицкий В.Е. Лечебная физическая культура при черепно-мозговых травмах // Наука – эффективный инструмент познания мира. Современная наука как основа инновационного прогресса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (г. Пермь, г. Астрахань, 13–20 апреля 2022 г.). Саратов, 2022. С. 3–8.
6. Шмыгин В.А., Айвазова Е.С. Лечебная физическая культура после черепно-мозговой травмы // Вопросы науки и образования. 2018. № 8 (20). Режим доступа: <https://scientificpublication.ru/h/arkhiv-zhurnala-voprosy-nauki-i-obrazovaniya.html> (дата обращения: 10.12.2023).
7. Мустафаева А.С., Нурғалиев К.Б., Каиржанова Ф.А., Имангожаева А.Т., Сағатбекова Ж.Е., Абдыкалыкова Б.А. [и др.] Ранние и отдаленные последствия черепно-мозговой травмы: медико-социальные аспекты и возможности ранней реабилитации // Журнал «Нейрохирургия и неврология Казахстана». 2013. № 1 (30). С. 27–31. Режим доступа: [http://neurojournal.kz/journal-archive/1-\(30\)-2013.html](http://neurojournal.kz/journal-archive/1-(30)-2013.html) (дата обращения: 11.12.2023).
8. Ахмадуллина Э.М., Бодрова Р.А., Садриева А.И. Фотохромотерапия – значимый фактор в комплексной терапии тяжелой черепно-мозговой травмы у детей // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2021. Т. 15. № 5. С. 83–88. <https://doi.org/10.24412/2075-4094-2021-5-3-6>.
9. Ахмадуллина Э.М., Хасанова Э.М., Бодрова Р.А. Физические факторы реабилитации пациентов, перенесших тяжелую черепно-мозговую травму // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2021. Т. 15. № 5. С. 95–100. <https://doi.org/10.24412/2075-4094-2021-5-3-8>.
10. Решетникова А.С., Симонова В.Г. Диагностика и неотложная помощь на догоспитальном этапе при ЧМТ // Международный студенческий научный вестник. 2022. № 6. Режим доступа: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=21012&ysclid=ltpr58759nb573763363>. (дата обращения: 15.12.2023).

Информация об авторах / Information about the Authors

Галета Владимир Владиславович,
студент,
Институт энергетики,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
galeta_vova@icloud.com

Vladimir V. Galeta,
Student,
Institute of Energy,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
galeta_vova@icloud.com

Пономарев Александр Иванович,
старший преподаватель кафедры
физической культуры,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
aleks-pon67@mail.ru

Alexander I. Ponomarev,
Senior Lecturer,
Physical Education Department,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
aleks-pon67@mail.ru

Моделирование топографической поверхности при решении графических задач с использованием системы автоматизированного проектирования Компас-3D

© С.Б. Клименкова, С.В. Дансоронов, И.Е. Клименкова

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

Аннотация. Данная статья анализирует возможность моделирования топографической поверхности с использованием Computer-Aided Design системы Компас-3D. Она подчеркивает значимость навыков работы с топографическими поверхностями для специалистов технического профиля. Однако, при переходе от двумерного к трехмерному моделированию возникают проблемы, связанные с излишними затратами времени и ресурсов. Кроме того, необходимо убедить заказчика в эффективности цифровой трехмерной копии по сравнению с двумерными методами. В рамках работы ставятся следующие цели: изучение исторического контекста развития методов оцифровки рельефа и картографии, анализ проблем и особенностей трехмерного моделирования по сравнению с двумерным, изучение применения технологий информационного моделирования для долгосрочных проектов. В статье описан оригинальный подход к изучению темы топографических поверхностей, который заключается в последовательном использовании трех этапов образовательного процесса: начальным шагом является чтение чертежа задания, затем его трансформация в модель и последующая конвертация в плоское изображение. В результате статьи обобщаются современные подходы к моделированию топографической поверхности, обсуждается роль российских графических редакторов Компас-3D и «nanoCAD» в образовании. Описывается алгоритм работы с топографическими поверхностями, включая конкретные шаги моделирования в графическом редакторе Компас-3D и их значение в обучении специалистов технического профиля.

Ключевые слова: топографическая поверхность, графический редактор, моделирование рельефа, инженерная и компьютерная графика, Компас-3D

Topographic surface modeling while solving the graphic problems using CAD system Kompas-3D

© Svetlana B. Klimenkova, Sergey V. Dansoronov, Irina E. Klimenkova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article analyzes the possibility of modeling of topographic surface modeling using the CAD system "Kompas-3D". It emphasizes the importance of skills in working with topographic surfaces for technical specialists. However, when moving from two-dimensional to three-dimensional modeling, problems arise associated with unnecessary expenditure of time and resources. Besides, it is necessary to convince the customer of the effectiveness of digital 3D copy compared to 2D methods. The article pursues the following goals: studying the historical context of the development of methods for digitizing relief and cartography, analyzing the problems and features of three-dimensional modeling compared to two-dimensional, studying the use of information modeling technologies for long-term projects. The article describes an original approach to studying the topic of topographic surfaces, which consists in the sequential use of three stages of the educational process: the initial step is reading the drawing of the task, then its transformation into a model and subsequent conversion into a flat image. The article summarizes modern approaches to modeling topographic surfaces, discusses the role of the Russian graphic editors Compass-3D and "nanoCAD" in education, and also describes the algorithm for working with topographic surfaces, including specific modeling steps in the graphic editor Compass-3D and their importance in training specialists technical profile.

Keywords: topographic surface, graphic editor, relief modeling, engineering and computer graphics, Kompas-3D

В связи с тем, что специалист технического профиля достаточно часто решает задачи по внедрению инженерного решения в окружающий рельеф, в процессе подготовки такого специалиста необходимы навыки, связанные с топографическими поверхностями.

В докомпьютерную эпоху построение топографических поверхностей подразумевало создание картографического изображения. С древних времен человечество для ориентации на месте выполняло картографические построения, которые достаточно точно описы-

вали окружающий рельеф, но сильно различались по характеру исполнения. Со временем, для отображения местности начали применять линии, знаки и ареалы, что позволило унифицировать картографические изображения. В конце шестнадцатого века появилось понятие изолиний, как линий, описывающих глубины рек.

Первая топографическая карта России, построенная посредством изолиний, появилась в конце XIX века [1]. Развитие фотографии заменило рисованные снимки поверхности на фототеодолитную съемку, а после появления летательных аппаратов появилась возможность дистанционного зондирования топографической поверхности при помощи аэрофотосъемок. Появление компьютеров и развитие дистанционных методов зондирования рельефа с обработкой собранной информации специальным программным обеспечением, обеспечивает в настоящее время метрически точную информацию о топографических объектах [2].

К сегодняшнему дню отходит на второй план применение методов двумерного моделирования топографических поверхностей, при которых вначале выполняется построение плана. При построении технически сложных объектов, требующих точную привязку к местности, внедрение трехмерного моделирования картографической основы значительно экономит как временные, так и материальные ресурсы. Основная трудность при переходе на трехмерное моделирование заключается в том, что сам процесс 3D-моделирования дороже и требует больших временных затрат, чем метод 2D-моделирования, по причине чего возникает необходимость доказательства заказчику его отложенной эффективности [3]. Вместе с тем, активно внедряются технологии информационного моделирования для долгосрочных, постоянно развивающихся проектов, при которых помимо визуального моделирования цифровой модели рельефа, задаются остальные параметры, присущие реальному рельефу. Технология «цифровых двойников» подразумевает адаптацию модели к новым требованиям и условиям [4].

Упростить процесс трехмерного моделирования возможно при использовании техно-

логий дистанционной съемки местности с последующей обработкой облака точек. К недостаткам данного способа оцифровки относят существенные материальные затраты на оборудование для съемки и обработки полученной информации, необходимость приобретения дорогого программного обеспечения. Полученный цифровой скан, особенно при высокой цифровой детализации, содержит большой объем данных [4, 5]. Также, значительное количество времени требуется для работы оператора. Это связано с тем, что в автоматическом режиме сложный рельеф расшифровывается с ошибками [6].

Работы по цифровому моделированию рельефа начались в середине XX века. За эти годы были разработаны различные алгоритмы и методики снятия и обработки информации, созданы специализированные программные средства обработки графического задания рельефа, благодаря чему значительно автоматизирован процесс получения моделей топографических поверхностей. Наибольшую популярность получил метод воздушного лазерного сканирования. Основной задачей разработки методологии такого сканирования является подбор оптимального количества точек, необходимых для воссоздания достоверной цифровой модели рельефа и выработка универсальной методики обработки, исключающей влияние человеческого фактора на результат [7]. При этом необходимо различать виртуальные модели рельефа (цифровые карты) – графические модели топографической поверхности и цифровые модели рельефа, включающие в себя не только графическое отображение рельефа, но и информационные показатели и характеристики, задающие функции цифрового двойника. При этом цифровая модель должна создаваться таким образом, чтобы всегда была возможность преобразовать ее в цифровую карту, но цифровая карта не всегда может быть преобразована в модель [8–10].

Существует значительное количество программных продуктов для моделирования топографической поверхности. Их возможно классифицировать следующим образом: трехмерные редакторы для построения и проектирования с функцией визуализации, программы для создания мультимедиа-контента

с участием цифровых моделей рельефов, картографические программные продукты специального назначения. При этом, чем больше точность соответствия и выше качество графики, тем выше необходимость в вычислительных мощностях компьютеров [8, 9]. По этой причине точность моделирования виртуальной топографической поверхности обязана увязываться с решаемыми на этой поверхности инженерными задачами. В связи с этим, наиболее доступным является способ моделирования рельефа на основе топографических карт. При этом способе рельеф обозначается системой горизонталей и высотных отметок. При данном способе моделирования наибольшую сложность вызывает поверхность с резким и значительным перепадом высоты, а также при моделировании ложбин, балок, горных вершин, где образуются так называемые «псевдотреугольники». Данная проблема решается вводом дополнительных недостающих высот. Наибольшее распространение при моделировании топографических поверхностей получили такие графические редакторы как: AutoCAD Civil 3D (Autodesk, США), комплект КРЕДО (Кредо-Диалог, Россия), Topocad (Adtollo AB, Швеция), комплект GeoniCS (Геоника, Россия), Pythagora (Pythagoras, Бельгия) [11, 12].

При решении базовых графических задач по построению топографических поверхностей в процессе изучения дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» в настоящее время чаще всего используются графические редакторы российского производства, такие как Компас-3D (Аскон, Россия) и nanoCAD (Нанософт, Россия). Помимо указанных CAD систем, до 2022 года компьютерное моделирование топографических поверхностей выполнялось при помощи программных продуктов AutoCAD [13].

На кафедре Инженерной и компьютерной графики Иркутского национального исследовательского технического университета был разработан алгоритм компьютерного моделирования топографических поверхностей в процессе изучения метода проекций с числовыми отметками. Помимо получения наглядного изображения, для цифровой модели могут быть определены объемы [15]. В целом, вне зависимости от графического редактора,

алгоритм построения топографической поверхности выглядит следующим образом:

1. Масштабирование задания топоплана в соответствии с указанием.
2. Задание горизонталей поверхности.
3. Задание горизонталям высоты.
4. Задание тела путем соединения горизонталей.

Студенты Иркутского национального исследовательского технического университета специальности 21.05.04 «Горное дело» в процессе изучения дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» с первого занятия начинают использовать графический редактор Компас-3D при выполнении учебных чертежей. В первом семестре учащиеся работают в графическом редакторе Компас-График, приобретая навыки работы с элементами плоского построения при решении задач начертательной геометрии. Графическая работа «Топографическая поверхность» начинается второй семестр дисциплины и является переходной работой, закрепляющей навыки использования Компас-График и начинающей курс трехмерного твердотельного моделирования объектов. Данная работа позволяет приобрести навыки как чтения, так и построения двумерных чертежей за счет последовательного прохождения циклов «плоский чертеж – твердотельная модель – плоский чертеж». В качестве задания обучающимся выдается цифровая копия топоплана, на основании которого необходимо построить цифровую модель поверхности, получить ее изометрическое изображение и профиль.

Работа начинается с размещения изображения с заданием в нулевой плоскости и изменения его масштаба под указанный в задании. Следующим шагом является создание смещенных плоскостей, параллельных первоначально заданной нулевой плоскости, с шагом, равным расстоянию между горизонталями. В связи с тем, что в работе выполняется построение твердотельной модели, в каждой из плоскостей строится замкнутая плоскость включающая горизонталь и рамки топоплана (рис. 1). Изолиния строится при помощи команды «Сплайн по определяющим точкам». Наиболее частой ошибкой при построении плоскостей является не замкнутость периметра эскиза или его самопересечение.

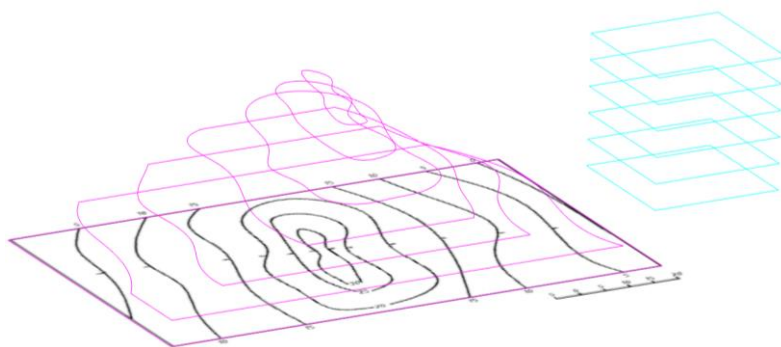


Рис. 1. Построение горизонталей в смещенных плоскостях

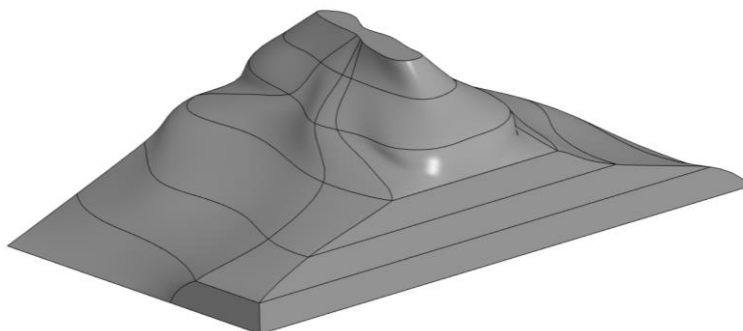


Рис. 2. Модель топографической поверхности, созданная командой «по сечениям»

Для соединения плоскостей в тело используется команда «Элемент выдавливания – По сечениям» (рис. 2). Возможные ошибки создания поверхности, связанные с элементами самопересечения, решаются настройкой цепочки соединяемых точек.

На основании сохраненной модели с помощью команды «Создать чертеж по модели» на выбранном формате создается изометрическая проекция топографической поверхности и план. Построение профиля выполняется при помощи команды «Линия разреза/сечения» (рис. 3).

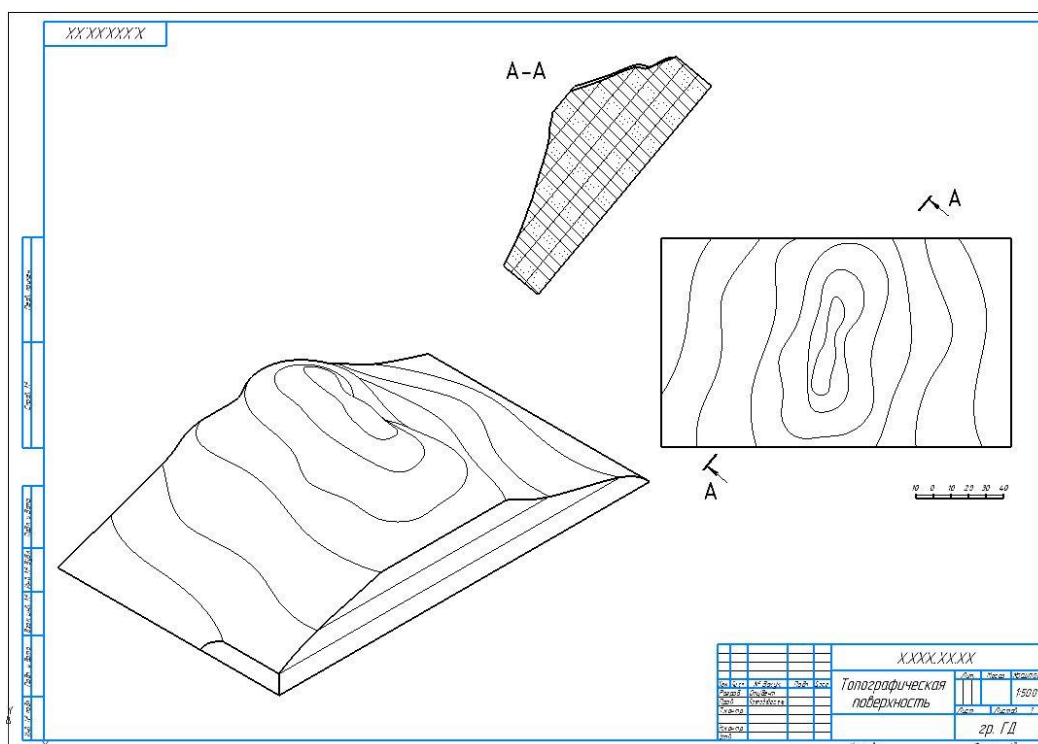


Рис. 3. Создание двумерного изображения на основе модели топографической поверхности

Полученные изображения оформляются согласно ГОСТ 2.851-75 Общие правила выполнения горных чертежей и группы стандартов ЕСКД, касающихся правил оформления чертежа. При выполнении этой работы студенты закрепляют знания по построению поверхностей и плоскостей методом числовых отметок, используют навыки создания плоских изображений в графическом редакторе Компас-3D, обучаются конвертации твердотельных моделей в плоское изображение, знакомятся со стандартами оформления горно-графической документации.

Методы оцифровки рельефа местности постоянно развиваются, позволяя получить

наиболее точную цифровую копию. Разрабатываются новые методики оцифровки, появляются новые специализированные САД системы под конкретные запросы заказчиков. В процессе обучения специалиста технического профиля, работающего с топографическими поверхностями, на начальном уровне изучения темы проекций с числовыми отметками, достаточно использовать САПР легкого уровня при моделировании рельефа. Выполнение цифровой графической модели на основании плана местности – универсальная работа для студентов технического профиля первого года обучения, формирующая базовые навыки.

Список источников

1. Январева Л.Ф. История способов картографического изображения // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2011. № 1. С. 60–66.
2. Середин В.В., Андрианов А.В., Красильников П.А. К вопросу об эффективности применения технологий 3D-моделирования при проектировании инженерных сооружений // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2022. № 4. С. 309–319.
3. Прохоров А., Лысачев М. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. М.: ООО «АльянсПринт», 2020. 401 с.
4. Александрова В.В., Симонова И.В., Тарасова О.А. Компьютерное моделирование пространственных форм. В среде – 3D Studio MAX. СПб.: «Анатолия», 2003. 319 с.
5. Береговой Д.В. Несовершенство метода построения цифровых трехмерных моделей местности на основе цифровых изображений : сб. тр. XII Всеросс. науч.-практ. конф. «Новые технологии при недропользовании». (г. Санкт-Петербург, 27–28 октября 2016 г.). Санкт-Петербург, 2016. С. 38–39.
6. Методика построения цифровых моделей рельефа по данным воздушного лазерного сканирования // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2017. № 2. С. 44–52
7. Миронова Ю.Н. Моделирование местности в геоинформационных системах // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 4–1.
8. Дышленко С.Г., Цветков В.Я. Построение трехмерных карт // Образовательные ресурсы и технологии. 2016. № 4 (16).
9. Середович В.А., Востров И.В. Обзор современных программных продуктов для создания и использования трехмерных моделей для проектирования автомобильных дорог // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2012.
10. Подольский А.А., Богданов М.А. Сравнительный анализ геоинженерных САПР // Наука без границ. 2017. № 5 (10). С. 168–174.
11. Шуберт И.М., Крюковский А.П. Определение границ земляных работ средствами 3D компьютерного моделирования: материалы 14-й Международной науч.-технич. конф. (г. Минск, 2016). Минск, 2016. Т. 2. С. 184–185.
12. Едылбоев У.Д. Методика создания трехмерных моделей топографических поверхностей // Молодой ученый. 2018. № 26 (212). С. 3–6.
13. Верхотурова Е.В. Применение компьютерного геометрического моделирования для решения учебных и прикладных инженерно-строительных задач // Вестник ЮУрГУ. Строительство и архитектура. 2023. Т. 23. № 1. С. 65–74.

Информация об авторах / Information about the Authors

Клименкова Светлана Богдановна,
к.т.н.,
доцент кафедры инженерной
и компьютерной графики,
Институт авиамашиностроения и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
ksbsaqa@ya.ru

Svetlana B. Klimenkova,
Cand. Sci. (Eng.),
Associate Professor,
Engineering and Computer Graphics Department,
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
ksbsaqa@ya.ru

Дансоронов Сергей Владимирович,
студент,
Институт недропользования,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
sdansoronov@gmail.com

Sergey V. Dansoronov,
Student,
Institute of Subsoil Use,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
sdansoronov@gmail.com

Клименкова Ирина Евгеньевна,
студент,
Институт авиамашиностроения и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
klimir04@gmail.com

Irina E. Klimenkova,
Student,
Institute of Aircraft Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
klimir04@gmail.com

Занятие гиревым спортом в домашних условиях: история возникновения, методика выполнения толчка и рывка, правила дыхания

© А.В. Малыхин, С.Д. Глухов

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

Аннотация. В представленном материале поднимается тема, связанная с возможностью проведения занятий с гирями в домашних условиях. Основная цель статьи заключается в ознакомлении с методикой выполнения основных упражнений с гирями. Затрагивается также краткая история возникновения гиревого спорта, дающая понять природу возникновения культуры физических упражнений с гирями. Предпринята попытка раскрыть сущность основных силовых упражнений с гирями, которые систематизированы в комплекс при проведении соревнований в единоборстве атлетов. Рассмотрены основные типы соревновательных гирь, даны их технические параметры. Обращено внимание на технику выполнения упражнений в двоеборье (толчок, рывок): указаны названия элементов (фаз), расписаны основные действия при их выполнении, а также принимаемые позы (положения) атлетов. Представлены методические рекомендации по выполнению этих упражнений, раскрыты некоторые особенности дыхания. Все действия по выполнению упражнений с гирями сопровождаются иллюстрациями, что позволяет правильно представить алгоритм действия. Кроме этого, для совершенствования техники выполнения толчка и рывка предлагается комплекс упражнений с гирями, который легко выполняется в домашних условиях.

Ключевые слова: гиревой спорт, гиря, методические рекомендации, силовые тренировки, правила выполнения дыхания

Kettlebell lifting at home: the history of its origin, the method of performing the clean and jerk, breathing rules

© Anatoly V. Malykhin, Sergey D. Glukhov

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article discusses a topic related to the possibility of conducting classes with weights at home. The main purpose of the article is to familiarize with the technique of performing basic exercises with weights. The article provides a brief history of the emergence of kettlebell lifting, which makes it possible to understand the nature of the emergence of the culture of physical exercise with kettlebells. The article reveals the essence of the main strength exercises with weights, which are systematized into a complex during competitions in martial arts athletes, considers the main types of competitive weights and their technical parameters. The article draws attention to the technique of performing exercises in the double event (jerk, snatch): the names of the elements (phases), the main actions when performing them, as well as the poses (positions) of the athletes. The article presents methodological recommendations for performing these exercises and reveals some features of breathing. All actions for performing exercises with weights are illustrated, which allows you to correctly imagine the algorithm of action. In addition, to improve the technique of performing the clean and jerk, a set of exercises with weights is offered, which can be easily performed at home.

Keywords: kettlebell lifting, kettlebell, methodological recommendations, strength training, breathing rules

Гиревой спорт представляет собой разновидность единоборств, под которой подразумевается поднятие гирь над головой в положении стоя максимальное количество повторений в определенный промежуток времени. На основании исторических материалов, можно представить, что устройства в массивном корпусе (из камня или железа) с загнутой рукояткой в некоторой степени имеют сходство с современной гирей. Такие устройства, напоминающие гири, были известны уже в

древней Греции, когда они служили предметом для развития, совершенствования и демонстрации своей силы олимпийцами. Атлеты использовали разнообразные изделия. По свидетельствам исторических источников, самым значимым считается камень из песчаника массой более 143 кг, найденный в Олимпии в 1879 г. На камне высечена надпись, которая свидетельствует о том, что невероятным силачом, водрузившим его над головой, является древнегреческий атлет Бибон, сын

Фолы, живший в начале VI до н.э. Значимым фактором в возникновении гиревого спорта послужило развитие торговли – появление металлических разновесных гирь [1]. Значительную роль сыграли силачи, которые демонстрировали свою силу на различных праздниках, массовых гуляниях, ярмарках, поднимая тяжелые гири. В дореволюционной России и странах Европы массивные гири использовались в цирковых представлениях. Во времена правления российского императора Александра III, силовая подготовка вводилась в русскую армейскую среду, как основная физическая подготовка [2].

В России гиревой спорт появился в конце XVIII века. В 1885 г. в Санкт-Петербурге был организован кружок, собравший любителей силовой атлетики, организатором и руководителем которого являлся Владислав Францевич Краевский (рис. 1). В 1865 г. он окончил медицинский факультет Императорского Варшавского университета. Владислав Францевич – участковый врач, статский советник (чин между званием полковника и генерала), занимался врачебной практикой и научной работой в области упражнений с отягощениями и об их благотворном влиянии на организм человека.

В России современная история по гиревому спорту берет начало в 1962 г. с утверждения первых правил соревнований. Следующим этапом в истории возникновения гиревого спорта было введение спортивного звания

мастера спорта по гиревому спорту (1970 г.). Затем, было принятие Правил соревнований, проведение первого чемпионата Советского Союза, а также введение спортивного звания мастера спорта СССР по гиревому спорту (1985 г.). По утвержденным правилам соревнования, проводилось двоеборье: толчок двух гирь и рывок одной гири. Далее, в 1992 г. создается Международная Федерация гиревого спорта, в этом же году образуется Федерация гиревого спорта России. Знаменательным событием стали:

- первый Чемпионат Европы (1992 г.);
- первый Чемпионат Мира (1993 г.);
- первый Кубок Мира (1994 г.).

На основании Правил Российского союза гиревого спорта (РСГС) соревновательные гири подразделяются на три весовых категории с соответствующей окраской и параметрами (табл. 1) [3, 4].

Приказом Министерства спорта Российской Федерации от 30 ноября 2022 г. № 869, регламентировано, что соревнования по гиревому спорту проводятся, как в отдельных видах программы (длинный цикл, рывок, эстафета длинный цикл, жонглирование), так и в двоеборье¹. В двоеборье вначале выполняется толчок, а потом рывок. Рассмотрим основные положения в толчке и рывке.

Правила выполнения толчкового упражнения. Рассмотрим коротко основные действия и проводимые мероприятия в каждом из элементов цикла (табл. 2).



Рис. 1. Отец русской атлетики Владислав Краевский

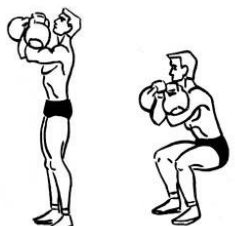
¹ Правила вида спорта «Гиревой спорт». Приказ Министерства спорта Российской Федерации от 30 ноября 2020 г. № 869, с изменениями, внесенными приказами Министерства спорта Российской Федерации от 9 февраля 2022 г. № 92, от 14 ноября 2022 г. № 975, от 8 декабря 2022 г. № 1176, от 15 сентября 2023 г. № 656.

Таблица 1. Соревновательные гири

Цвет гири	Параметры гири				Вес гири, кг
	Расстояние от дужки до основания гири, мм	Длина окружности гири, мм	Длина окружности дужки, мм	Длина дужки, мм	
Желтый	280	659	100	115	Пудовая  16
Зеленый	280	659	100	115	Полуторاپудовая  24
Красный	280	659	100	115	Двухпудовая  32

Таблица 2. Основные технические элементы (фазы) толчкового упражнения

№ п/п	Название фазы	Основные действия при выполнении элемента	Принимаемая поза
1	Старт	В стартовой фазе предусматриваются следующие действия: согнутые в коленях ноги на ширине плеч, гири на помосте, захватить дужки гирь сверху, спина ровная	
2	Взятие гирь на грудь	Из стартовой позиции выполнить следующие действия: произвести отрыв и выполнить замах гирь, выпрямить спину и ноги, сделать подрыв гирь, ноги в коленях слегка согнуть, подсесть, подхватить гири на грудь, выпрямить ноги	
3	Исходное положение перед выталкиванием снаряда	После взятия гирь на грудь: выпрямленные ноги на ширине плеч, локти опустить и прижать к туловищу, гири на плечи (дужки гирь на груди), спину держать ровно	
4	Подсед перед выталкиванием	При выполнении данного элемента предусматриваются следующие действия: за счет медленного сгибания ног в коленях амортизировать тяжесть гирь, спину привести в вертикальное положение	

5	Выталкивание гирь	При выполнении данного элемента предусматриваются следующие действия: резко выпрямляя ноги и туловище, вытолкнуть гири вверх, с выходом на носки	
6	Подсед после выталкивания	При выполнении данного элемента предусматриваются следующие действия: используя свободное движение гирь вверх при выталкивании, согнуть ноги в коленях и выпрямить руки, спина слегка прогибается в пояснице и держится жестко	
7	Фиксация	После завершения подседа выполняется фиксация: выпрямленные руки вверх, встать ровно	
8	Опускание гирь	Сгибая в коленях ноги, опустить снаряды на предплечье, присесть	
9	Исходное положение перед очередным выталкиванием	При выполнении данного элемента предусматриваются следующие действия: ноги выпрямляются, принимается вертикальное положение туловища, локти прижимаются к туловищу	

Методические рекомендации по выполнению цикла толчка двух гирь. Упражнение в толчке двух гирь является наиболее сложным в двоеборье, поэтому рассмотрим особенности техники выполнения более подробно, разделим весь этап на две основные части:

- до выталкивания гирь;
- после выталкивания гирь.

1. Рассмотрим первую часть (до выталкивания), которая включает в себя следующие элементы: старт, взятие гирь на грудь, исходное положение перед выталкиванием, подсед перед выталкиванием. Все действия, которые необходимо выполнить атлету, подробно опи-

саны (см. табл. 2). Положения, принимаемые спортсменом, хорошо представлены на иллюстрациях: 3 – смотреть с фасада, 4 – смотреть с правого фланга (рис. 3, 4). Момент удержания дужки гирь на ладони представлен на рис. 2.

2. Рассмотрим вторую часть (после выталкивания), которая включает в себя следующие элементы: выталкивание гирь, подсед перед выталкиванием, момент фиксации, опускание, исходное положение перед очередным выталкиванием. Все действия, которые необходимо выполнить атлету, подробно описаны (см. табл. 2). Положения, принимаемые спортсменом, хорошо представлены на

иллюстрациях: 5 – смотреть с фасада, 6 – смотреть с правого фланга (рис. 5, 6).

Для полного понимания цикла толчка

предлагается общий вид поочередного выполнения действий атлета на каждом этапе (рис. 7).

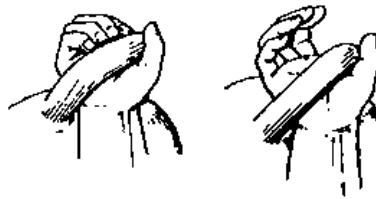


Рис. 2. Положение дужки гири на ладони

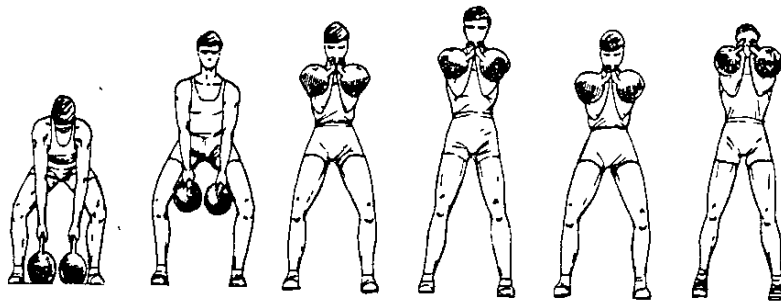


Рис. 3. Принимаемые позы до выталкивания гири (смотреть с фасада)

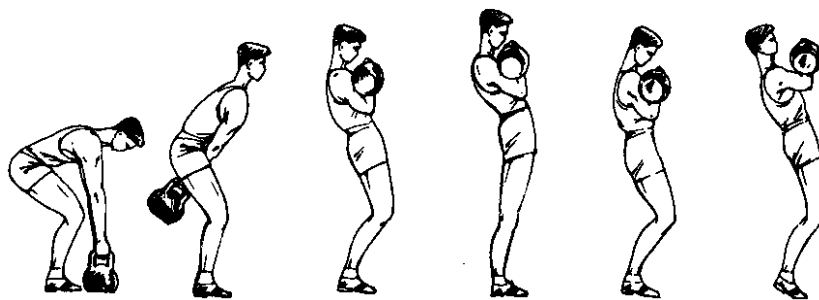


Рис. 4. Принимаемые позы до выталкивания гири (смотреть с правого фланга)

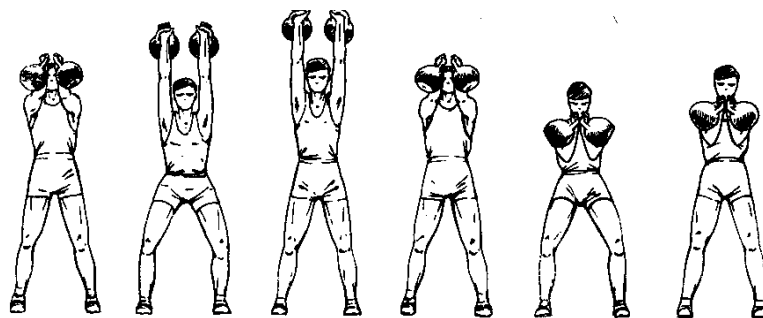


Рис. 5. Принимаемые позы после выталкивания гири (смотреть с фасада)

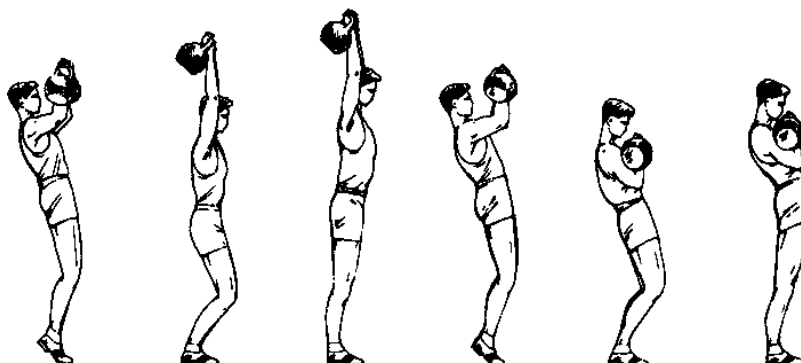


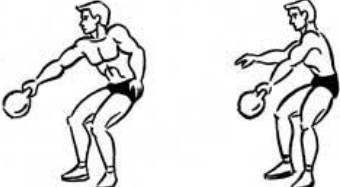
Рис. 6. Принимаемые позы после выталкивания гири (смотреть с правого фланга)

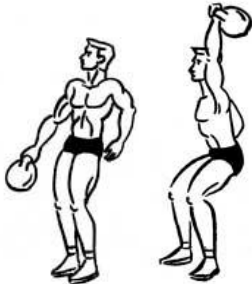


Рис. 7. Положение атлета при выполнении общего цикла толчка двух гирь

Таблица 3. Основные технические элементы (фазы) выполнения рывка

№ п/п	Название фазы	Основные действия при выполнении элемента	Принимаемая поза
1	Старт	В стартовой фазе предусматриваются следующие действия: немного согнутые в коленях ноги поставить на ширине плеч, гиря находится между ног, свободная рука отведена в сторону, спину – ровно	
2	Замах	В данной позиции выполнить следующие действия: произвести отрыв, сделать замах рукой назад, выпрямить спину	

3	Подрыв	После выполнения замаха необходимо: быстро выпрямить ноги и спину (гиря получает ускорение), рабочая рука не значительно сгибается в локтевом суставе, затем выпрямляется навстречу гире, которая в это время находится в верхнем положении	
4	Подсед	При выполнении данного элемента предусматриваются следующие действия: чуть присесть, немного согнуть ноги в коленях, рабочая рука выпрямлена над головой, дужку гири удерживать сверху, спину держать ровно, при этом происходит смягчение нагрузки в целом	
5	Фиксация	Выполняя данный элемент предусмотреть следующие действия: поставить выпрямленные ноги на ширине плеч, поднять гирю на вытянутой руке над головой, спину поставить в вертикальное положение	
6	Опускание гири	При выполнении данного элемента предусматриваются следующие действия: немного согнутые в коленях ноги поставить на ширине плеч, рабочая рука постепенно сгибается в локте и опускается вперед-вниз. Выполняется для выполнения последующего замаха	
7	Замах для перехвата гири	Из позиции опускания гири вниз выполнить следующие действия: немного согнутые в коленях ноги поставить на ширине плеч, гирю опустить вниз, сделать замах рукой назад, выпрямить спину	
8	Перехват	При выполнении данного элемента предусматриваются следующие действия: немного согнутые в коленях ноги поставить на ширине плеч, выпрямить спину, одновременно при этом гиря уходит вперед, свободной рукой произвести захват гири	
9	Замах другой рукой	После перехвата выполнить следующие действия: поставить ноги на ширине плеч, спину – прямо, подготовиться для последующего замаха	

10	Подрыв и подсед	После выполнения замаха другой рукой необходимо: быстро выпрямить ноги и спину, рабочая рука не значительно сгибается в локте, с последующим выпрямлением, снаряд в это время находится в верхнем положении, чуть присесть, немного согнуть ноги в коленях, рабочая рука выпрямлена над головой, дужку гири удерживать сверху, спину держать ровно	
11	Фиксация другой рукой	При выполнении данного элемента предусмотреть следующие действия: поставить выпрямленные ноги на ширине плеч, поднять гирю на вытянутой руке над головой, спину поставить в вертикальное положение	

Правила выполнения рывкового упражнения. Рассмотрим коротко основные действия и проводимые мероприятия в каждом из элементов цикла (табл. 3) [5].

Для полного представления и понимания цикла рывка предлагается общий вид поочередного выполнения действий атлета на каждом этапе (рис. 8).

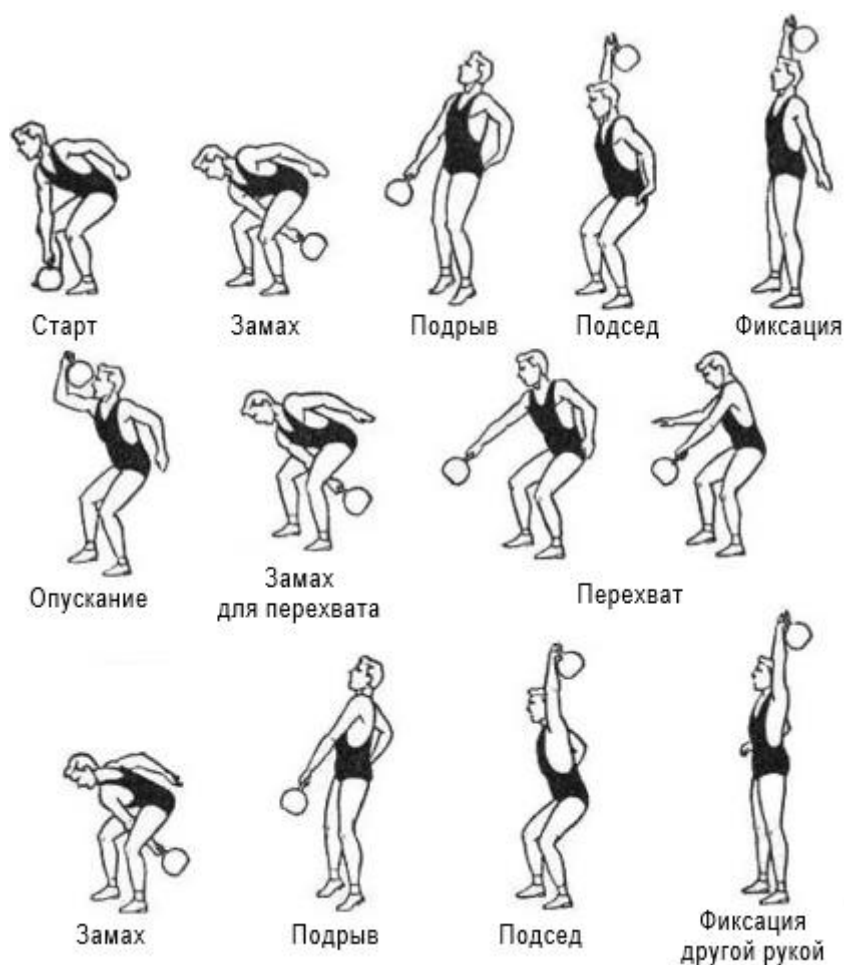


Рис. 8. Положение атлета при выполнении цикла рывка одной гири

Дыхание при выполнении толчка и рывка. При выполнении упражнений с гирями каждый атлет подбирает для себя сам правила дыхания [6–8].

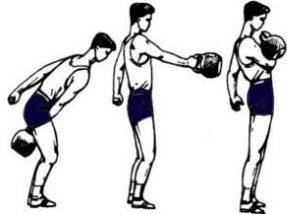
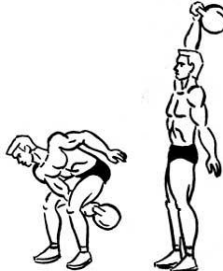
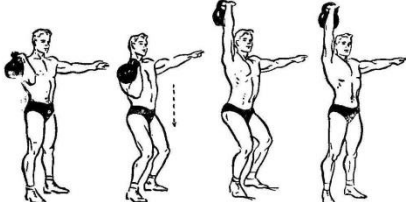
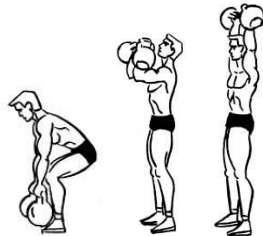
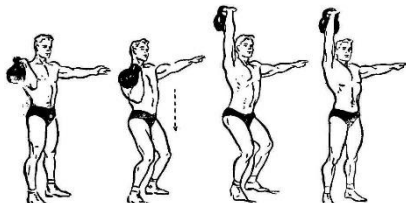
Для совершенствования техники выполнения толчка и рывка предлагается комплекс упражнений с гирями, который легко можно реализовать в домашних условиях, не посещая фитнес клубов (табл. 4).

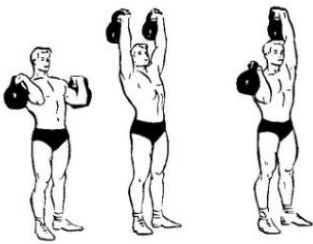
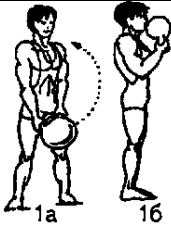
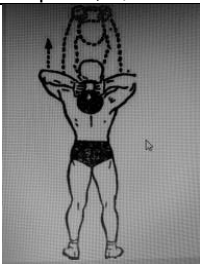
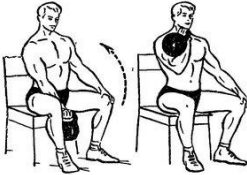
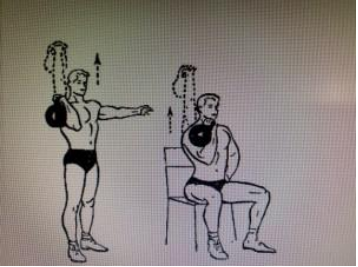
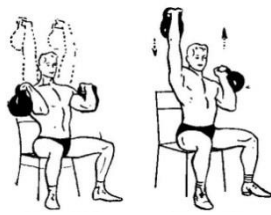
Перед началом силовых тренировок необходимо в обязательном порядке выполнить

качественную разминку, включающую обще-развивающие упражнения (ОРУ), в следующей последовательности:

- для шейного отдела позвоночника (наклоны, повороты и круговые движения головы);
- для плечевого пояса;
- для верхних конечностей;
- для тазового пояса;
- для нижних конечностей;
- прыжковые упражнения;
- упражнения на расслабление.

Таблица 4. Комплекс упражнений с гирями в домашних условиях

№ п/п	Название фазы	Основные положения	Принимаемая поза
1	Рывок гири на грудь (½ рывка)	Из замаха перевести гирю на предплечье	
2	Рывок гири одной рукой	Выполнить рывок одной рукой	
3	Толчок гири одной рукой	Выполнить толчок гири одной рукой	
4	Толчок гирь двумя руками	Выполнить толчок гирь двумя руками	
5	Жим гири одной рукой	Поднять гирю над головой вертикально вверх на вытянутой руке	

6	Поочередный жим гири двумя руками	Поочередно поднять гири над головой вертикально вверх на вытянутых руках	
7	Подъем гири двумя руками вперед-вверх (бицепсы)	Поднять гирю вверх-вперед, при этом гирю можно удерживать за дужку пальцами руки сверху или брать за дужку у основания корпуса. Локти прижаты к туловищу, работает предплечье	 1, а – прямо; 1, б – с боку
8	Жим гири двумя руками за головой (трицепсы)	При этом гирю можно удерживать за дужку пальцами руки сверху или брать за дужку у основания корпуса. Руки за головой не подвижны, поднимать предплечье	
9	Жим гири двумя руками от груди	Поднять гирю над головой вверх-вперед на вытянутой руке	
10	Рывок гири одной рукой сидя	Ноги на ширине плеч, спина прямая. Рывком перевести гирю на предплечье	
11	Жим гири одной рукой сидя	Ноги на ширине плеч, поднять гирю над головой вертикально вверх на вытянутой руке	
12	Поочередный жим гири двумя руками из положения сидя	Ноги на ширине плеч, поднять гири над головой вертикально вверх на вытянутых руках	

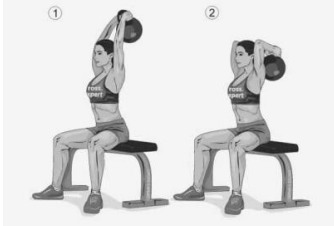
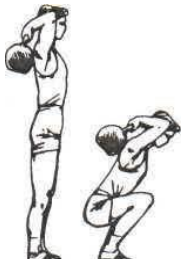
13	Жим гири двумя руками за головой сидя	Ноги на ширине плеч, поднять гирю за головой вертикально вверх на вытянутых руках	
14	Жим гири двумя руками от груди	Поднять гирю над головой вверх-вперед, спина прямая	
15	Приседание с гирей за головой	Из положения присев встать вверх на прямых ногах, спина прямая	



Рис. 9. Проверка частоты сердечных сокращений на руке



Рис. 10. Проверка частоты сердечных сокращений на шее

Тренировки с гирями, безусловно, способствуют развитию силовой выносливости, но не стоит забывать о совершенствовании скоростно-силовой выносливости и включать в тренировочный процесс:

- плавание;
- бег на короткие и длинные дистанции (100, 1000, 3000 м);
- езду на велосипеде;
- ходьбу на лыжах, лыжные гонки.

Важно отметить, что перед каждой тренировкой, обязательно проводить самоконтроль своего физического состояния:

провести тест на частоту сердечных сокращений, оценить внутреннее состояние готовности к выполнению упражнений и не заниматься при плохом самочувствии. Во время тренировок периодически делать тест на частоту сердечных сокращений и самое главное – не забывать об отдыхе, следить за временем восстановления (рис. 9, 10) [9, 10].

Таким образом, имея две пудовые гири можно заниматься силовыми упражнениями, не выходя из дома, не посещая спортивные залы или фитнес клубы (см. табл. 1).

Список источников

1. Зиамбетов В. Ю. Краткая история развития гиревого спорта и его значение для современной физической культуры // Академическая публицистика. 2020. № 10. С. 165–168. Режим доступа: <https://aeterna-ufa.ru/events/ap#> (дата обращения: 15.01.2024).
2. Аверьянова Н. А., Саблина Е. С. Развитие силовой выносливости // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Социально-гуманитарные и экономические науки: сб. статей (г. Самара, 2016). Самара, 2016. С. 134–136.

3. Ибрагимов И. Н. Основные трудности, встречаемые при выполнении упражнений с тяжестями на примере гиревого спорта: сб. статей Междунар. науч-практ. конф. им. Д.И Менделеева (г. Тюмень, 24–26 ноября 2022г.). Тюмень, 2022. С. 424–429.
4. Ворошилова И. С., Диденко Д. Т. Гиревой спорт, его история и роль в настоящее время // Актуальные проблемы современной науки: сб. статей Междунар. науч-практ. конф. (г. Пенза, 2022г.). Пенза, 2022. С. 239–242.
5. Воротынцев А.И. Гири. Спорт сильных и здоровых. М.: Советский спорт, 2002. 272 с.
6. Зайцев Ю.М. Занимайтесь гиревым спортом. М.: Советский спорт, 1991. 48 с.
7. Катаев И. В., Потокина М. Психологическая предстартовая подготовка спортсменов–гиревиков // Гиревой спорт. Портал о гиревом спорте в России. Режим доступа: <http://www.girevik-online.ru/index.php/articles/315-psikhologicheskaya-predstartovaya-podgotovka-girevikov> (дата обращения: 20.01.2024).
8. Дворкин Л.С. Силовые единоборства: атлетизм, культуризм, пауэрлифтинг, гиревой спорт. Ростов-на-Дону: Феникс, 2019. 384с.
9. Губа В.П., Маринич В.В. Теория и методика современных спортивных исследований. М.: Спорт, 2016. 232 с.
10. Горбов А. М. Гиревой спорт. Донецк: Сталкер, 2006. 191 с.

Информация об авторах / Information about the Authors

Малыхин Анатолий Васильевич,

к.т.н., доцент,
доцент кафедры физической культуры,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
malyxin18@list.ru

Anatoly V. Malykhin,

Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Physical Culture,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., 664074 Irkutsk,
Russian Federation
malyxin18@list.ru

Глухов Сергей Дмитриевич,

студент,
Институт авиационного строительства и транспорта,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
serega_gluhov-2015@mail.ru

Sergey D. Glukhov,

Student,
Institute of Aviation Engineering and Transport,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., 664074 Irkutsk,
Russian Federation
serega_gluhov-2015@mail.ru

Влияние физических нагрузок на психологическое состояние студентов. Психосоматика ученика

© А.Д. Симанова, Л.В. Усачева, Р.В. Константинов

Геологоразведочный техникум Иркутского национального исследовательского технического университета, Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье рассматривается зависимость психологического состояния от физических нагрузок и психосоматика учеников. Сейчас мы все чаще сталкиваемся с тем, что люди все больше и больше пытаются минимизировать физическую активность и упростить себе жизнь даже при обычном походе в магазин. Например, доставка продуктов, способность передвигаться на машине, наличие лифтов и т. д., все это способствует гиподинамии. Без регулярной физической активности мышцы атрофируются, а кости становятся менее плотными, что увеличивает риск травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата. Следовательно, психологическое состояние зависит от физкультуры? Во время занятий спортом в нашем организме происходят процессы выработки групп гормонов счастья, одним из таких является эндорфин, который заглушает негативные эмоции человека. К этой группе можно отнести и дофамин, который в свою очередь снижает тревожность и гармонизирует психическое состояние, позволяя мозгу лучше концентрироваться на мыслительных процессах. Из-за притока крови в мозг за счет физической нагрузки, улучшается снабжение кислородом и глюкозой, способствуя образованию новых нейронных связей, которые помогают сохранять свои обычные когнитивные функции в норме. Таким образом, мы видим острую взаимосвязь нашего психического состояния с уровнем нашей физической активности.

Ключевые слова: физическая активность, психологическое состояние, психосоматика, психологическое тестирование, аутогенная тренировка, самовнушение, триггер, влияние спорта, тревожность, гормоны счастья, аффирмации

Physical activity influence on students' psychological state. The student's psychosomatics

© Anastasia D. Simanova, Lada V. Usacheva, Roman V. Konstantinov

Geological Exploration College, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. This article examines the dependence of the psychological state on physical exertion and psychosomatics of students. Now, we are increasingly faced with the fact that people are more and more trying to minimize physical activity and simplify their lives, even with a normal trip to the store. For example, food delivery, the ability to move by car, the presence of elevators, etc., all this contributes to physical inactivity. Without regular physical activity, muscles atrophy and bones become less dense, which increases the risk of injuries and diseases of the musculoskeletal system. So how does the psychological state depend on physical education? During sports, the processes of producing groups of happiness hormones occur in our body, one of these is endorphin, which drowns out negative emotions of a person. Also, dopamine can be attributed to this group, which in turn reduces anxiety and harmonizes the mental state, allowing the brain to concentrate better on thought processes. Due to the influx of blood into the brain due to physical activity, the supply of oxygen and glucose improves, contributing to the formation of new neural connections, which in turn help to maintain their normal cognitive functions. Thus, we see an acute relationship between our mental state and the level of our physical activity.

Keywords: physical activity, psychological state, psychosomatics, psychological testing, autogenic training, auto-suggestion, trigger, influence of sports, anxiety, hormones of happiness, affirmations

В связи с обширным изменением уклада в реалиях молодого поколения в обществе все чаще поднимается вопрос психологического состояния людей. Именно по этой причине мы задумались о том, какое влияние оказывают на психику студентов физические нагрузки.

Чаще всего занятия спортом в рамках учебного заведения наиболее доступный способ снятия психологического напряжения. Во время проведения физической культуры в вузе или техникуме, студенты могут отдохнуть от лекционных занятий и отвлечься от бытовых проблем. Ведь основные составляющие

здоровья – это физическое и психологическое состояние. В своем учении «Аутогенная тренировка» немецкий психиатр и психотерапевт И.Г. Шульц отмечает, что под влиянием таких нагрузок человек может достичь релаксации и внутреннего баланса путем анализа своих эмоций. Следовательно, можно провести параллель между занятием спортом и аутогенной тренировкой, которая позволяет нормализовать моральное состояние путем самовнушения [1, 2].

Проведя мини-опрос (рис. 1), мы выявили, что ученики, снимающие стресс физической активностью, чаще всего обладают такими качествами:

- дисциплинированность;
- способность к планированию чего-либо;
- самостоятельность;
- умение переживать неудачи;
- способность к социализации.

Регулярным сбросом перенапряжения при помощи физической активности студенты формируют триггер или иначе привычку, которая позволяет найти решение проблемы в его жизни. В психологии триггером обычно называют то, что вне зависимости от внешних обстоятельств вызывает у человека сильную эмоциональную реакцию. Вопреки распространенным представлениям она может быть не только негативной, но и позитивной. И положительно влиять на внутреннее состояние человека. Тем самым, мы можем соотнести это с воспитанием в себе волевых качеств, путем некоего самовнушения в наше сознание. В свою очередь, самовнушение делится на две ветви: полезного и вредного воздействия. Более активно используется первый вид, когда внушение полезного действия оказывало

людям помощь в безвыходных ситуациях [3].

В качестве примера мы можем привести утверждение доктора медицины и хирургии Е.И. Рауха, который говорил о том, что с помощью самовнушения можно восстановить силы нашего организма даже в самых плачевных ситуациях. Аргументом этого будет одно из его исследований: катаясь на лыжах его пациент сильно травмировал ногу, что привело его к депрессии, т. к. он не мог полноценно работать и жить. Но доктор Раух убедил его представлять себя абсолютно здоровым в течение всего свободного времени, которое у него появилось. После этих наставлений дела пациента улучшились и он с энтузиазмом пошел на поправку. Врачи, которые наблюдали за ним, были поражены быстротой выздоровления молодого человека. Подсознание этого пациента восприняло будущее излечение как уже свершившийся факт и реализовало его в реальности. Так и студенты, снимающие стресс физической активностью, заранее программируют себя на лучшее [4, 5].

При выполнении различных физических упражнений важно придерживаться следующих установок:

1. В аффирмации не должно быть отрицаний, т. к. подсознание не умеет их распознавать. Например, «я не болею» нужно заменить на «я здоров(а)» (в популярной психологии аффирмация – это позитивное утверждение, краткая фраза самовнушения, создающая правильный психологический настрой).

2. Установка должна иметь настоящее время и не имеет значение соответствует ли она действительности.

3. Чем более простой будет установка, тем легче ее самовнушить.

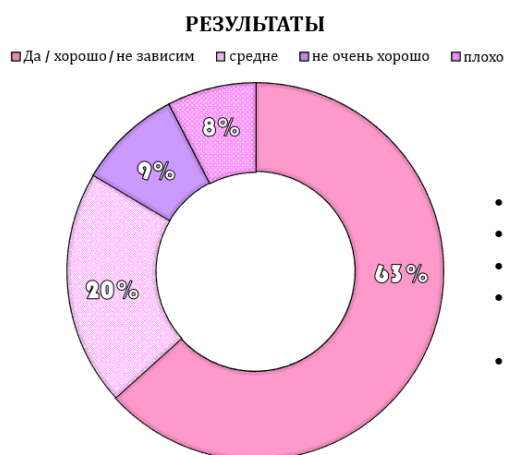


Рис. 1. Социальный мини-опрос

Вопросы:

- Регулярно ли вы занимаетесь спортом?
- Планируете ли вы свой день?
- Как вы переживаете свои неудачи?
- Насколько вы зависимы от чужого мнения?
- Как вы чувствуете себя в социуме?

Конечно, важно мыслить позитивно, но это лишь половина успеха, ведь необходимо прикладывать все усилия для своего физического и морального здоровья.

Рассмотрим факторы, влияющие на повышенный уровень стресса у студентов:

- работа с большим потоком информации;
- различные работы с ограниченным временем выполнения;
- нарушенный режим сна и питания;
- ранняя трудовая деятельность;
- сложные взаимоотношения с преподавательским составом;
- экзаменационный стресс – причина психосоматических патологий;
- проблемы личного характера.

Изучив данные факторы, мы решили провести социально-психологическое тестирование для того, чтобы выявить уровень стресса у студентов. Мы составили следующие вопросы, которые наглядно представлены на рис. 2.

Исходя из результатов социально-психологического тестирования, мы выявили, что эмоциональное состояние учащихся не всегда стабильно. Видно, что у студентов повышенный уровень стресса.

Это означает, что они чаще всего прибегают к физическим нагрузкам с целью моральной и психологической терапии. С их помощью они снижают уровень стрессовых гормонов (адреналин и кортизол), замещая их дофамином и эндорфином, что способствует установлению спокойного и сбалансированного эмоционального состояния. Очень важна работа со сном, во время занятий спортом человек за счет усталости стабилизирует биоритм, что в свою очередь благотворно сказывается на сне и психическом состоянии.

Вопросы:

- Успеваете ли вы за большим потоком информации, который дается на паре?
- Как вы относитесь к работам с ограничением по времени?
- Испытываете ли вы недостаток сна?
- Нарушен ли у вас режим питания?
- Совмещаете ли вы работу с учебой?
- Какие у вас взаимоотношения с преподавателями?
- Испытываете ли вы стресс перед экзаменами?
- Часто ли вы сталкиваетесь с проблемами личного характера?

Регулярные тренировки преобразуют внешний вид и физические составляющие студентов, улучшая общую самооценку и уверенность в себе. Самооценка тесно связана с эмоциями и даже регулирует межличностные отношения студентов в целом. Так как мы говорим про физическую активность внутри учебных заведений, то это приравнивается к групповым занятиям и предоставляет возможности улучшения социальных навыков и не только [6, 7].

Упражнения могут служить профилактическими мерами против развития депрессии за счет повышения уровней нейротрансмиттеров, таких как серотонин и норадреналин, которые улучшают общее настроение студентов.

Также было принято решение провести психологический опрос среди студентов на тему: «Проведение физической культуры в рамках учебного заведения и все ли вас устраивает в этом процессе?» (рис. 3).

Вопросы тестирования были следующие:

1. Устраивает ли вас то, как проводятся занятия физкультуры в вашем техникуме/вузе?
2. Чувствуете ли вы себя лучше после занятий, улучшается ли настроение?
3. Появляется ли энергия для выполнения повседневных задач?
4. Прислушивается ли к вам преподаватель во время занятий?

На основе проведенного тестирования мы видим, что большинство студентов занимаются физкультурой в комфортных условиях и находятся в постоянной коммуникации с преподавателем и взаимопонимании с друг другом. Студенты чувствуют себя лучше как в моральном, так и в физическом плане.



Рис. 2. Социально-психологическое тестирование «Моральное состояние студентов»

Результаты

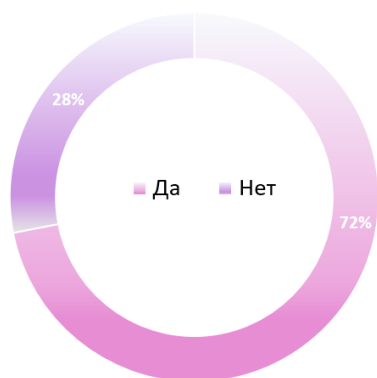


Рис. 3. Психологический опрос среди студентов на тему «Проведение физической культуры в рамках учебного заведения и все ли вас устраивает в этом процессе?»

Исследование, проведенное в данной статье, показало, что регулярное занятие физической активностью оказывает значительно положительное воздействие на уровень стресса, когнитивные функции и общее эмоциональное состояние студентов. Результаты опросов и социальных тестирований подтвердили то, что студенты, регулярно занимающиеся спортом, испытывают меньше симптомов

депрессии и тревожности по сравнению с неактивными сверстниками.

Ограничение исследований состоит в том, что оно было сосредоточено на небольшой группе студентов одного техникума, что не позволяет обобщить полученные данные на все студенческое сообщество. Кроме того, работа не рассматривала воздействие различных видов спорта в сравнении друг с другом.

На основании проведенного анализа рекомендуется реализовать в кампусах университетов/техникумов программы по стимулированию физической активности среди студентов, а также разработать дополнительные исследования, которые бы изучали долгосрочные эффекты спорта на психическое здоровья и академическую успеваемость.

Заслуживает быть отмеченным то, что данная работа легла в основу для понимания важности интеграции физической активности в повседневную жизнь студентов. Продолжение изучения этой темы может способствовать разработке действенных стратегий по улучшению психического и психосоматического здоровья молодежи.

Список источников

1. Воронцова В.В. Основы психического здоровья и психосоматическая физическая тренировка // Молодой ученый. 2023. № 51 (498). С. 432–433.
2. Панов А.Г., Беляев Г.С., Лобзин В.С., Копылова И.А. Аутогенная тренировка. Ленинград: Медицина, 1973. 214 с.
3. Шергина И.П., Чугин М.А. Влияние физической активности на психическое здоровье человека // Международный студенческий научный вестник. 2021. № 2. 64 с. Режим доступа: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=20455> (дата обращения: 23.01.2024).
4. Шавырина О.В. Позитивное самовнушение: как оно работает? // MedAboutme. Режим доступа: https://medaboutme.ru/articles/pozitivnoe_samovnushenie_kak_ono_rabotaet/ (дата обращения 23.01.2024).
5. Александров А.А. Психология самовнушения: формулы Эмиля Куэ и Георга Райха. // Общие дети. Режим доступа: <https://vip-divan.su/psihologiya/psihologiya-samovnushenie-formuly-emilya-kue-i-georga-rauha.html> (дата обращения 23.01.2024).
6. Пахальян В.Э. Развитие и психологическое здоровье. Дошкольный и школьный возраст. СПб: Питер, 2006. 240 с.
7. Веракса А.Н., Леонов С.В., Горовая А.Е., Грушко А.И. Мысленная тренировка в психологической подготовке спортсмена. М: Спорт, 2016. 208 с.
8. Тхостов А.Ш. Психология телесности. М: Смысл, 2002. 288 с.
9. Петрушкина Н.П., Симонова Н.А., Быков Е.В., Коломиец О.И. Иммунология спорта (обзор литературы) // Научно-спортивный вестник Урала и Сибири. 2019. № 3 (23). С. 21–37.
10. Дорохов Р.Н., Губа В.П. Спортивная морфология. М.: СпортАкадемПресс. 2002. 90 с.

Информация об авторах / Information about the Authors

Симанова Анастасия Дмитриевна,
студент,
Геологоразведочный техникум
Иркутского национального исследовательского
технического университета,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 104,
Российская Федерация
s.anv@bk.ru

Anastasia D. Simanova,
Student,
Geological Exploration College,
Irkutsk National Research Technical University,
104 Lermontov St., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
s.anv@bk.ru

Усачева Лада Владимировна,
студент,
Геологоразведочный техникум
Иркутского национального исследовательского
технического университета,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 104,
Российская Федерация
ladausachova@gmail.com

Lada V. Usachova,
Student,
Geological Exploration College,
Irkutsk National Research Technical University,
104 Lermontov St., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
ladausachova@gmail.com

Константинов Роман Владимирович,
старший преподаватель,
отделение общефизической подготовки,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
vip.rk87@mail.ru

Roman V. Konstantinov,
Senior Lecturer,
General Physical Training Department,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
vip.rk87@mail.ru

Онлайн-инструменты для улучшения произношения и интонации при изучении английского языка

© Б.А. Цыбенков, Ю.С. Беляева

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

Аннотация. Правильное произношение способствует лучшему межкультурному общению и в целом облегчает взаимопонимание, в то время как некорректное произношение мешает правильно воспринимать иноязычную речь. В настоящее время появилось довольно большое количество современных онлайн-инструментов, способствующих лучшему произношению слов английского языка и улучшению интонационных структур. Подобные ресурсы отличаются друг от друга функционалом и наличием приложения. Мы разделяем данные онлайн-инструменты на три основные категории: онлайн-словари, вебсайты-«агрегаторы», а также так называемые text-to-speech программы, позволяющие перевести текст в аудио- или видеоформат. Онлайн-словари удобны, когда необходимо рассмотреть произносительный вариант одного или нескольких слов, и остальное не требуется в ограниченном контексте времени. Вебсайты-«агрегаторы» позволяют увидеть разнообразные варианты произносительной нормы в звучащей речи носителей языка, а также интонационную структуру, в которую встроена данная лексическая единица. Программы text-to-speech позволяют за сравнительно небольшой промежуток времени уточнить произносительную и интонационную норму представленного текста, имитируя речь носителей языка, записанного искусственным интеллектом. Рассматриваемые онлайн-инструменты являются доступными для любого изучающего английский язык, а также решают поставленные задачи.

Ключевые слова: улучшение произношения, интонация английского языка, Cambridge dictionary, Vocabulary.com, Youghlish, Voki, Text-to-speech programs

Online tools for improving English pronunciation

© Baldan A. Tsybenov, Yulia S. Beliaeva

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. Correct pronunciation contributes to better interlingual communication and generally facilitates mutual understanding, while incorrect pronunciation interferes with the correct perception of speech in foreign language. Currently, quite a large number of modern online tools have appeared that promote better pronunciation of English words and improve intonation structures. Such resources differ from each other in functionality and application availability. We divide these online tools into three main categories: online dictionaries, aggregator websites, and so-called text-to-speech programs that allow you to translate text into audio or video format. Online dictionaries are useful when you need to look up the pronunciation of one or more words and the rest is not needed in limited time. Aggregator websites allow you to see various variants of the pronunciation norm in the spoken speech of native speakers, as well as the intonation structure in which a given lexical unit is embedded. Text-to-speech programs allow you to clarify the pronunciation and intonation norm of the presented text in a relatively short period of time, imitating the speech of native English speakers recorded by artificial intelligence. The online tools are free to use (in some cases free access is limited) by any English language learner helping them solve special problems.

Keywords: Enhancing English language pronunciation and intonation, websites for pronunciation, Cambridge dictionary, Vocabulary.com, Youghlish, Voki, Text-to-speech programs

При изучении английского языка зачастую не уделяется должное внимание произношению и интонации. Причиной, скорее всего, является ограниченное количество часов для изучения иностранного языка в общеобразовательных учреждениях, как среднего, так и высшего образования. Вполне обоснованно большее внимание уделяется грамматике и лексике [1]. Но для любого изучающего иностранный язык не секрет, что правильное произношение обеспечивает быстроту восприя-

тия устной речи как самого говорящего, так и облегчает понимание собеседника и, следовательно, облегчает процесс общения и позволяет точнее выражать свои мысли и эмоции [2–5]. Поэтому обучающиеся сталкиваются с тем фактом, что изучение произносительной и интонационной нормы уходит на самостоятельное изучение [6–8].

В то же время существует достаточное количество разнообразных учебно-методических комплексов (УМК), в которых учитывается

работа над данными навыками овладения английским языком. Но работа с поиском конкретного правила или отбора искомых разделов в разных УМК может отнимать драгоценное время. Более того, методическими навыками не обладает большое количество обучающихся, это все же прерогатива педагога. Поэтому обучающимся необходимо найти такие ресурсы, которые могут помочь с обучением произношению и интонационным структурам. Данные ресурсы по нашему мнению должны обладать такими свойствами:

- быть доступными для широкого круга людей;
- ресурсы должны быть логичны и понятны в использовании;
- ресурсы должны охватывать максимальное количество существующих лексических единиц;
- ресурсы могут обладать интерактивными методами обучения.

Всеми перечисленными свойствами, на наш взгляд, обладают онлайн-инструменты, доступность которых обеспечивается не только простым наличием доступа в интернет, но и возможностью работать с онлайн-инструментами в соответствующих приложениях. Онлайн-инструменты обладают огромным потенциалом в обучении иностранным языкам [9, 10].

Цель данной работы: выявить онлайн-инструменты, которые будут полезны для изучающих английский язык. Задачи, поставленные для достижения цели: рассмотреть разнообразие онлайн-инструментов, созданных для улучшения произношения и в отдельных случаях интонации на английском языке; сравнить и описать функционал, которым данные инструменты обладают.

Методом сплошной выборки нами было отобрано 13 ресурсов. Выборка осуществлялась среди популярных сайтов, список которых сформировался, учитывая личный опыт авторов статьи, опроса преподавателей английского языка на методических форумах преподавателей, а также студентов, изучающих английский язык.

Вопрос о сложности овладения произносительной нормой остро стоит для русскоговорящих изучающих английский язык по двум

основным причинам: отличие звукового состава и сложность в поиске соответствия буквенного состава звуковому. В английском языке существуют некоторые правила чтения, которым обучают на начальном этапе освоения чтения. Однако личный опыт говорит о том, что исключений в английском языке не меньше. Например, из набора согласных можно привести пример буквосочетания CH, которое дает несколько звуков в таких словах как CHemistry [k], CHess [tʃ], CHoir [kw], machine [ʃ]. Также, например, такое сочетание как «-ough» можно произносить по-разному. Для наглядности можно привести следующие примеры¹: enOUGH [ʌf], cOUGH [pʃ], bOUGHt [ɔ:], drought [au], through [u:], though [əʊ]. Таким образом, произношение отдельных слов необходимо проверять и запоминать, не полагаясь на правила чтения или на схожие буквосочетания (см. примеры выше).

Произношение лексемы можно рассмотреть на трех уровнях:

1. Отдельно взятое слово без сопровождающего его контекста.
2. Слово, встречающееся в существующем тексте, т.е. видео или аудиотекст можно прослушать и постараться воспроизвести самим обучающимся.
3. Слово в тексте, которое было создано обучающимся, т.е. нельзя найти соответствующий озвученный текст.

Поэтому все отобранные инструменты, освещаемые в настоящей работе, можно отнести к нескольким различным категориям. Для первого уровня хороши такие инструменты как онлайн-словари, разобраться со второй категорией могут помочь вебсайты-«агрегаторы», а вот для третьего уровня существуют программы, позволяющие перевести текст в аудио- или видеоформат.

Среди популярных онлайн-словарей можно выделить сайт Cambridge dictionary², поисковая форма которого интуитивно проста и понятна в использовании. Стоит отметить, что словарь не отражает некоторые сленговые выражения и профессионализмы. Тем не менее, данный факт не умаляет всех достоинств

¹ Портал для изучающих английский язык Engvid. Режим доступа: <https://www.engvid.com/> (дата обращения: 01.04.2023).

² CAMBRIDGE: онлайн-словарь английского языка. Режим доступа: <https://dictionary.cambridge.org/> (дата обращения: 03.04.2023).

сайта, к которым относятся транскрипция и встроенная функция воспроизведения слова, для двух вариантов английского языка: британского и американского. Помимо этого, сайт обладает обширнейшим функционалом. Каждый день на главной странице предлагается изучить ранее неизвестное слово и слово дня, которое находилось в поисковом запросе большинство раз, а также интересные статьи по изучению английского языка. Сайт предлагает воспользоваться функцией машинного перевода в специальной вкладке; на сайте имеются статьи, кратко описывающие и иллюстрирующие основные проблемы английской грамматики, а раздел тезаурус разъяснит различия между синонимами английских слов. Сайт, многофункциональный и удобный в навигации, подойдет, как начинающим изучать английский язык, так и владеющим английским языком на продвинутом уровне. Для удобства некоторые слова имеют пометы (B2/C1) согласно уровням CEFR.

В данный список мы включили словари Collins dictionary³ и Vocabulary.com⁴, которые практически не уступают по функционалу и удобству. Но стоит отметить, что на сайте Collins dictionary предоставляется возможность перейти по ссылке на словарные статьи из других словарей. На сайте есть возможность воспроизвести слово, а также представлена транскрипция для двух вариантов английского языка: британского и американского. Довольно востребованной может оказаться страница, которая предлагает самые популярные слова английского языка, записанные носителями в видеоформате, где обучающиеся могут тренировать произношение, обращая особое внимание на артикуляцию. Такая визуализация окажет неоценимую помощь для тех, кто изучает произносительные нормы самостоятельно. В отличие от Collins dictionary и Cambridge dictionary вебсайт Vocabulary.com позволяет ознакомиться только с одной нормой произношения, чаще американской. Отдельные слова можно найти в ви-

деоформате, что очень удобно для желающих улучшить произношение. Стоит отметить, что как на сайте Collins dictionary, так и на Vocabulary.com имеются интерактивные задания, которые помогут запомнить произносительную норму и значение слова в развлекательном формате.

Звуки в отдельном слове и звуковой состав слова в потоке речи могут значительно отличаться. Поэтому важным при обучении аудированию и правильному произношению слова в предложении является различение слова в потоке речи.

Хорошим решением для самостоятельного обучения произношению слова на втором уровне (т.е. в контексте существующего аудио/видео) являются сайты, которые мы определили как сайты-«агрегаторы». Под сайтами-«агрегаторами» мы подразумеваем такие сайты, которые собирают информацию с других сайтов, например, с такого видеохостинга как Youtube. Данные сайты не только полезны для улучшения произношения, но также и для улучшения интонационной структуры, поскольку искомые слова или фразы сопровождаются контекстом. К последним относится один из самых известных и популярных сайтов – Youglish⁵. Данный сайт представляет собой возможность найти слова или фразы, которые являются частью видео, которые расположены на видеохостинге Youtube. Пользователь может отсортировать видео по акцентам: британский, английский, канадский, австралийский, ирландский, шотландский, новозеландский. При необходимости пользователь может открыть полное видео, кликнув по ссылке на видео на Youtube, поскольку видео не ограничивается искомыми фразами или словами, (при поиске воспроизводится предложение с искомым словом или фразой). Данный сайт можно использовать также для тренировки понимания различных акцентов.

Интерес представляет также другой сайт-«агрегатор» Yarn⁶, который осуществляет поиск по сериалам, фильмам, мультфильмам.

³ COLLINS: онлайн-словарь английского языка. Режим доступа: <https://www.collinsdictionary.com/> (дата обращения: 10.04.2023).

⁴ VOCABULARY: онлайн-словарь английского языка. Режим доступа: <https://www.vocabulary.com/dictionary/> (дата обращения: 05.04.2023).

⁵ YOUNGLISH: веб-сайт с поиском произношения слов. Режим доступа: <https://youglish.com/> (дата обращения: 20.04.2023).

⁶ YARN: веб-сайт с поиском произношения слов. Режим доступа: <https://yarn.co/> (дата обращения: 21.04.2023).

Эпизоды можно отсортировать по жанрам, названиям, годам, рейтингу, актерам и героям. В отличие от сайта Youglish клип, выдаваемый при поиске на данном ресурсе, ограничен искомыми фразами, но при желании можно найти расширенный контекст, осуществив поиск всего фильма или сериала на других ресурсах, поскольку каждый клип подписан. Также можно скачать приложение, которое будет облегчать доступ к данному контенту.

Существуют и другие подобные сайты, например, Playphrase.me⁷, Clash⁸, Morborton⁹, которые можно охарактеризовать как контент развлекательного характера, нежели обучающего, поскольку основная задача данных сайтов составить смешной клип из видеонарезок, где каждая нарезка представляет собой определенный запрос в поисковое поле каждого сайта. Стоит отметить, что Playphrase.me имеет теперь только платный контент. Clash является бесплатным ресурсом и осуществляет поиск искомым клипов по слову, то есть один клип соответствует одному слову, в том числе служебные части речи, такие как артикли, могут воспроизводиться в одном клипе.

Ресурсы Frinkiac¹⁰ и Morborton осуществляют поиск в рамках мультипликационных сериалов Симпсоны и Футурама соответственно. Клипами можно делиться в социальных сетях. Эти отрывки являются производством американской мультипликационной индустрии, соответственно отрывки будут презентовать американский вариант английского языка.

Третья категория очень полезна для обучающихся, которым необходимо работать над составлением текста, а потом воспроизвести созданный текст.

К данной категории будут относиться такие ресурсы как Google Translate, однако в них могут встречаться погрешности в произношении. Для задач, которые решают программы-переводчики в плане произношения, могут подойти программы Text-to-speech. Такие про-

граммы позволяют обучающимся озвучить составленный текст и не проверять произношение каждого слова отдельно в вышеупомянутых словарях или сайтах-«агрегаторах». Более того, некоторые сайты позволяют выбрать регион и пол носителя языка. Среди таких сайтов можно отметить следующие: Text to speech mp3¹¹ и сервис Voki¹². Первый представляет возможным перевести в аудиоформат текст, длиной не более 3000 символов, а также 14 вариантов произношения, например, американца с испанскими корнями и т.д. Сервис Voki позволяет представить текст не в аудио, а в видеоформате. Пользователь может выбрать аватар и голос, которым выбранный аватар будет воспроизводить предоставленный сервису текст. Загружаемый текст в бесплатном режиме имеет ограничения по количеству знаков.

Таким образом, все выбранные нами инструменты могут помочь для самостоятельной работы над произношением на всех выделяемых нами уровнях:

- 1) когда необходимо поработать над произношением отдельного слова;
- 2) когда необходимо произнести/распознать слова в контексте;
- 3) когда необходимо создать текст, а потом его воспроизвести.

Перечисленные онлайн-инструменты мы разделили на три категории:

- онлайн-словари;
- сайты-«агрегаторы»;
- онлайн-переводчики или программы перевода текстов в аудиоформат (видеоформат).

Каждая из категорий отвечает за решение конкретной задачи. Если необходимо поработать с отдельным небольшим количеством слов, то для решения этой задачи подойдут онлайн-инструменты из первой категории. Онлайн-инструменты второй категории решают проблему распознавания/произношения слова в потоке речи. Если необходимо поработать

⁷ PLAYPHRASE: веб-сайт с поиском произношения слов. Режим доступа: <https://www.playphrase.me/> (дата обращения: 21.04.2023).

⁸ CLASH: веб-сайт с поиском произношения слов. Режим доступа: <https://clash.me/> (дата обращения: 11.04.2023).

⁹ MORBORTON: веб-сайт с поиском произношения слов. Режим доступа: <https://clash.me/> (дата обращения: 23.04.2023).

¹⁰ FRINKIAC: веб-сайт с поиском произношения слов: сайт. Режим доступа: <https://frinkiac.com/> (дата обращения: 22.04.2023).

¹¹ TEXT-TO-SPEECH-MP3: веб-сайт преобразования текста в аудиоформат. Режим доступа: <https://ttsmp3.com/> (дата обращения: 17.04.2023).

¹² VOKI: веб-сайт для воспроизведения текста. Режим доступа: <https://www.voki.com/> (дата обращения: 20.04.2023).

над большим текстом, то можно воспользоваться онлайн-инструментами третьей категории. Данные онлайн-инструменты обладают такими свойствами, как доступность для широкого круга людей, логичность, интуитивно понятный интерфейс, содержащий практически все лексические единицы, входящие в состав современного английского языка, включая разные произносительные варианты. Все данные онлайн-инструменты были созданы с

учетом современных тенденций интерактивного обучения.

Предполагаем, что существует еще достаточное количество инструментов, кроме тех, которые были рассмотрены в рамках данной работы. Среди всех категорий есть разнообразные варианты и изучающие английский язык могут подобрать онлайн-инструмент в соответствии с задачами, которые стоят перед ними.

Список источников

1. Тимкина Ю.Ю. Определение границ содержания иноязычной подготовки в неязыковом вузе // Международный научно-исследовательский журнал. 2019. № 8 (86). С. 72–74. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.86.8.035>.
2. Герасименко Т.Л., Грубин И.В., Гулая Т.М., Жидкова О.Н., Зенина Л.В., Лобанова Е.И. и др. Лингводидактический аспект обучения иностранным языкам с применением современных Интернет технологий. М.: Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2013. 119 с.
3. Жаринов Ю.А., Хайруллина Д.Д., Черникова В.О. Использование информационно-коммуникационных технологий в обучении иностранным языкам // Информационные технологии. Проблемы и решения: Материалы Международной научно-практической конференции. 2016. № 1 (3). С. 7–10.
4. Прахова Ю.И., Хайруллина Н.Р., Нестеренко Е.И., Замалиева З.И. Интернет ресурсы в обучении иностранному языку (на примере английского и китайского языков) // Успехи гуманитарных наук. 2023. № 10. С. 245–251.
5. Тимкина Ю.Ю. Информационные технологии в самостоятельной работе как средство формирования иноязычной коммуникативной компетенции студентов вуза: автореф. дис....к.п.н.: 13.00.02. Нижний Новгород, 2012. 22 с.
6. Донаева М.К. Использование современных информационных и коммуникационных технологий как важное вспомогательное средство в обучении иностранным языкам: сб. тр. Междунар. науч. конф. (г. Казань, 06–07 декабря 2022г.). Казань, 2022. С. 37–38.
7. Тимкина Ю.Ю. Само и взаимоконтроль освоения образовательных вариантов в иноязычной подготовке в вузе // Мир науки. Педагогика и психология. 2020. Т. 8. № 2. С. 21 с.
8. Якунина Н.В. Использование ресурсов интернета в обучении чтению иностранных студентов юридического профиля: автореф. дис....к.п.н.: 13.00.02. Москва, 2009. 20 с.
9. Акавова А.И., Усманов Т.И., Оздамирова Л.М. Применение сетевых ресурсов в обучении иностранному языку // Педагогический журнал. 2023. Т. 13. № 7–1. С. 227–233. <https://doi.org/10.34670/AR.2023.15.57.017>.
10. Воевода Е.В. Интернет-технологии в обучении иностранным языкам // Высшее образование в России. 2009. № 9. С. 110–114.

Информация об авторах / Information about the Authors

Цыбенков Балдан Александрович,
студент,
Институт информационных технологий
и анализа данных,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
tsybenov.bs@yandex.ru

Baldan A. Tsybenov,
Student
School of Information Technology and Data Science,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
tsybenov.bs@yandex.ru

Беляева Юлия Сергеевна,
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
yalu84@mail.ru

Yulia S. Belyaeva,
Cand. Sci. (Philology),
Associate Professor of Foreign
Languages Department no. 1,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
yalu84@mail.ru

Взыскание алиментов в пользу несовершеннолетних: порядок уплаты, проблемы и перспективы

© Д.В. Тарасова, И.В. Курышова

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

Аннотация. Актуальными в современной России остаются вопросы, связанные с алиментными обязательствами граждан, которые в соответствии с семейным законодательством обязаны выплачивать содержание своим несовершеннолетним детям после расторжения брака. В данной статье рассматривается определение алиментов и алиментных обязательств, характеризуется структура алиментных обязательств. Авторы указывают на важность алиментных правоотношений в современном обществе, выделяют признаки алиментных обязательств. Авторы анализируют порядок взыскания алиментов в пользу несовершеннолетних. Рассматриваются основные задачи Федеральной службы судебных приставов, а также анализируется ее деятельность на основе ведомственной статистической отчетности. Выявлено, что алименты являются правовым институтом, который позволяет защитить права детей и нетрудоспособных членов семьи. Однако в настоящее время имеются правовые, социальные, экономические и административные проблемы взыскания алиментов, которые приводят к общему росту задолженности по алиментным платежам, поэтому в представленной статье проведен анализ имеющихся проблем и сформулированы пути их решения. Отмечается необходимость создания алиментного фонда. Авторы приходят к выводу о необходимости усовершенствования механизма воздействия на неплательщиков алиментов и ужесточения наказания за уклонение от уплаты алиментов.

Ключевые слова: алименты, алиментные обязательства, принудительное взыскание, несовершеннолетние

Alimony recovery in favour of minors: payment procedure, problems and prospects

© Diana V. Tarasova, Irina V. Kuryshova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. Issues related to alimony obligations of citizens who, in accordance with family law, are obliged to pay maintenance to their minor children after the dissolution of marriage remain relevant in modern Russia. The article discusses the definition of alimony and alimony obligations, characterizes the structure of alimony obligations. The authors point out the importance of alimony legal relations in modern society, highlight the signs of alimony obligations. The authors analyze the procedure for collecting alimony in favour of minors. The article discusses the main tasks of the Federal Bailiff Service, as well as analyzes its activities on the basis of departmental statistical reporting. It has been revealed that alimony is a legal institution that allows you to protect the rights of children and disabled family members. However, currently there are legal, social, economic and administrative problems of alimony recovery, which lead to an overall increase in arrears on alimony payments, therefore, the present article analyzes the existing problems and formulates ways to solve them. The article notes the need to create an alimony fund. The authors conclude that it is necessary to improve the mechanism of influence on non-payers of alimony and to toughen penalties for evasion of alimony payments.

Keywords: alimony, alimony obligations, forced recovery, minors

Семья с давних пор играет важную роль в жизни каждого человека. Она является одной из главных общечеловеческих ценностей, поэтому находится под охраной государства. Взаимное материальное содержание членов семьи определяется принципами семьи. Нравственные обязанности членов семьи по взаимоподдержке и взаимопомощи постепенно соединились с юридическим принуждением и получили свое нормативное закрепление в институте алиментных обязательств.

Увеличение числа разводов делает актуальной проблему предоставления несовершеннолетним детям содержания.

В действующем законодательстве Российской Федерации дефиниция «алименты» отсутствует [1, с. 176], что приводит к возникновению различных вариантов толкования этого понятия. Алименты – это содержание, которое несовершеннолетние, нетрудоспособные и/или нуждающиеся члены семьи имеют право получать от своих родственников и супругов, в

том числе и бывших [2, с. 127]. «Алименты представляют собой материальные средства на содержание, которые обязаны предоставлять по закону одни лица другим в силу существующих между ними брачных и иных семейных отношений» [3, с. 405]. Обязательства по алиментам – сложные правоотношения, возникающие из соглашений сторон или решений суда, в соответствии с которыми один член семьи обязан предоставлять содержание другому члену, а последний вправе его требовать. Это содержание необходимо для развития, воспитания, образования несовершеннолетнего ребенка и для других членов семей, требующих материальной поддержки.

К признакам алиментных обязательств можно отнести:

- личный характер, т. е. неотчуждаемость алиментных обязательств. Лицо, обязанное уплачивать алименты, данную обязанность не может поручить другому лицу, так же, как и лицо, имеющее право получения алиментов, не может уступить данное право третьему лицу. Алиментные обязательства не могут быть переданы по наследству;

- безвозмездность – исключается встречное предоставление материальных средств;

- конкретно определенный субъектный состав, к которому относятся физические лица, определенные законом, находящиеся в особом правовом статусе (супруги, дети, родители и иные члены семьи);

- обязательность – право на алименты возникает независимо от желания управомоченного лица. Субъект не имеет возможности отказаться от вышеуказанного права, однако может отказаться от его реализации;

- имущественный характер – требования взыскателей касаются материальных благ, т. е. имущества;

- алименты не могут быть направлены на накопление, т. к. лицо, которому выплачиваются алименты, нуждается в настоящее время в получаемых средствах. Ситуация, в которой полученные средства откладываются на накопления, ставит под сомнения целесообразность и потребность члена семьи в их получении [4, с. 491];

- алиментные обязательства не подлежат обратному взысканию, кроме случаев, когда виновен сам получатель алиментов (при предо-

ставлении подложных документов, использовании обмана и угрозы при заключении с должником соглашения об уплате алиментов). При осуществлении представителем несовершеннолетнего ребенка или совершеннолетним недееспособным получателем алиментов обратное взыскание алиментов не производится, а суммы выплаченных алиментов взыскиваются с виновного представителя по иску лица, который обязан уплачивать алименты.

В данной работе будут рассмотрены отдельные проблемы взыскания алиментов в пользу несовершеннолетних. Основным нормативным актом, который закрепляет право ребенка на алименты и регулирует алиментные обязательства, является Семейный кодекс. Следует отметить, что правоприменительная практика демонстрирует наличие граждан, которые отказываются исполнять свои обязанности в отношении несовершеннолетних детей, в результате чего по российскому законодательству наступает административная или уголовная ответственность. Алиментные обязательства имеют свою четко сформированную структуру, в которую входит объект обязательств, субъекты (стороны) и содержание.

Объект алиментных обязательств – это действия обязанного лица, направленные на передачу соответствующих выплат получателю алиментов на добровольной либо принудительной основе.

Субъектами алиментных отношений являются дети, супруги и бывшие супруги, родители, иные члены семьи (бабушки, дедушки и внуки, сестры и братья, отчим, мачеха и падчерица либо пасынок), которых условно можно разделить на получателей и плательщиков алиментов.

Содержание алиментного обязательства заключается в обязательстве одного лица совершать определенные выплаты получателю и в праве другой стороны на их получении.

Основания возникновения алиментных обязательств довольно разнообразны. Их можно представить в виде определенного перечня юридических фактов: «существование особой семейно-правовой связи, объединяющей участников правоотношения, выраженной родством, свойством и предшествующими отношениями по воспитанию и содержанию; существование установленных семей-

ным законодательством или предусмотренных в соглашении сторон условий, при которых возникает право на алименты; соглашение сторон об уплате алиментов либо судебное решение о взыскании алиментов» [5, с. 70].

Прекращение алиментных обязательств происходит в результате наступления определенного события, например, по достижении ребенком совершеннолетия, в случае приобретения несовершеннолетними детьми полной дееспособности до достижения ими совершеннолетия; при усыновлении (удочерении) ребенка, на содержание которого взыскивались алименты; смертью лица, получающего алименты, или лица, обязанного уплачивать алименты [6, с. 44].

По действующему российскому законодательству порядок уплаты и взыскания алиментов может осуществляться добровольно, через заключения соглашения о взыскании алиментов или в судебном порядке и определен в решении суда или судебном приказе.

Самый оптимальный способ выплаты алиментов – уплата алиментов в добровольном порядке – это уплата по соглашению, составленному сторонами. Подробный порядок составления и оформления такого соглашения регулируется 16 главой Семейного Кодекса РФ (далее СК)¹. Соглашение обязательно заключается в письменной форме и удостоверяется нотариусом. Если правила заключения соглашения не соблюдены, то это влечет за собой его ничтожность. Алиментное соглашение представляет собой единственное внесудебное соглашение частноправового характера, которому сразу же после его нотариального удостоверения придается свойство исполнимости с применением принудительной силы государства. Данное обстоятельство делает его уникальным для российского законодательства. Наличие соглашения препятствует обращению получателя алиментов в суд с иском об их взыскании и является основанием для отказа в принятии заявления судьей [7, с. 5]. Соглашения об уплате алиментов должны добросовестно исполняться сторонами. В противном случае сторона, чьи ин-

тересы нарушены, вправе обратиться в суд с требованием принудить другую сторону к исполнению соглашения. Соглашение может быть изменено или расторгнуто в любое время, но только по обоюдному согласию сторон. Договорная форма предоставляет субъектам алиментных правоотношений некую свободу выбора. Сторонами определяется способ и порядок выплат, а также размер (при этом он не может быть ниже, чем тот, который они могли бы получить при взыскании в судебном порядке). К достоинствам этого способа можно отнести следующие: самостоятельность в определении свобода выбора условий и гарантий, формулировок [8, с. 96].

Если один из родителей отказывается выплачивать алименты, к нему применяют принудительные меры судебного взыскания. Существует два способа взыскания алиментов в суде. Первый – упрощенный порядок взыскания алиментов, который осуществляется через судебный приказ. Судебный приказ выносится в течение пяти рабочих дней без присутствия сторон. Подать заявление о выдаче судебного приказа можно в любое время, независимо от наступления необходимости и от даты возникновения права на алименты. Исковая давность на требования по взысканию алиментов в судебном порядке не распространяется. В случаях, когда необходимо установить отцовство или привлечь других заинтересованных лиц, подается обычный иск.

Второй способ взыскания алиментов – подача искового заявления, рассмотрение которого может продлиться некоторое время, в течение которого нужно будет приходить в суд для дачи объяснений. После вынесения решения, на руки получают исполнительный лист. Суд направляет эти документы судебным приставам, после чего происходит возбуждение исполнительного производства в отношении плательщика, который указан в документах по статье 30 ФЗ «Об исполнительном производстве»². Документы направляются по месту работы должника и организация, в которой плательщик работает, обязана по статье 109 СК РФ перечислять указанную

¹ Семейный кодекс Российской Федерации от 29.12.1995 №223-ФЗ (ред. от 31.07.2023). Собрание законодательства РФ. 1996. № 1. ст. 16.

² Об исполнительном производстве: Федеральный закон от 02.10.2007 г. № 229-ФЗ (ред. от 25.12.2023). Собрание законодательства Российской Федерации. 2007. № 41. Ст. 4848.

денежную сумму ежемесячно получателю. Если же дохода плательщика недостаточно, то взыскание обращается на любое его имущество в соответствии с законом по статье 112 СК РФ [9, с. 163].

Таким образом, в приказном производстве итогом рассмотрения дела будет являться судебный приказ, то есть судебное постановление, вынесенное судьей единолично, а в исковом производстве судья выносит решение. Судебный приказ выдается по заявлению истца без судебного разбирательства, а исковое заявление – это полноценное судебное разбирательство с участием обеих сторон.

Полномочия по осуществлению принудительного исполнения требований исполнительных документов по взысканию средств на содержание несовершеннолетних детей возложены на Федеральную службу судебных приставов (ФССП)³. Их основной задачей является взыскание задолженности с должников, которые не исполняют своих обязательств, и обеспечение выплаты денежных средств на содержание ребенка. В своей деятельности они применяют различные методы и способы, такие как розыск должника, арест счетов и имущества. Работа судебных приста-

вов требует высокого уровня знания законодательства РФ, регулирующего процесс взыскания алиментов. Также они должны быть очень внимательными и ответственными, так как от их работы зависит благополучие получателей алиментов. Благодаря своевременной и качественной работе судебных приставов задолженность по алиментам может быть взыскана в полном объеме, и это позволит получить детям необходимую поддержку. Анализ ведомственной статистической отчетности ФССП России, представленной на официальном сайте, позволяет сделать вывод о положительной динамике работы территориальных органов ФССП России по взысканию алиментов. В качестве примера возьмем данные Главного управления ФССП по Иркутской области. В 2021 г. показатель эффективности взыскания алиментных платежей составлял 12,6 % при прогнозируемых 6 %⁴, на январь-декабрь 2022 г. этот же показатель составил 22 % при прогнозируемых значениях 13,5 %⁵. При этом факт наличия неплательщиков алиментов в РФ очевиден. Можно выделить ряд проблем, с которыми сталкиваются работники ФССП при взыскании алиментов в пользу несовершеннолетних.

Актуальные проблемы взыскания алиментов в пользу несовершеннолетних

Проблемы	Пути решения
Родители «уклонисты», которые не выплачивают алименты, скрывают реальные доходы или находятся в розыске	Арест имущества, ограничение выезда за границу, ограничение права должника управлять транспортным средством, отказ в кредитовании, в том числе в получении ипотеки
Родители, которые ведут асоциальный образ жизни	Усовершенствование законодательства с целью улучшения имущественного положения должника путем принудительного трудоустройства на работу
Проблема размера алиментов	Установление размера выплаты алиментов в твердой денежной сумме, а также минимального размера алиментов на законодательном уровне
Родители – лица, находящиеся в местах заключения и освободившиеся из мест лишения свободы	Содействие в трудоустройстве лицам, освободившимся из мест лишения свободы и имеющим задолженность по алиментам
Недостаточное количество полномочий сотрудников ФССП в сфере розыска должников по алиментным обязательствам	Расширение круга полномочий сотрудников ФССП посредством подключения к различным базам данных, например паспортных и миграционных служб, онлайн-системам видеофиксации

³ Об утверждении Положения о Главном управлении Федеральной службы судебных приставов по Иркутской области: Приказ ФССП России от 01.08.2022 № 503. Режим доступа: <https://sudact.ru/law/prikaz-fssp-rossii-ot-01082022-p-503/> (дата обращения 08.12.2023).

⁴ Ведомственная статистическая отчетность за январь 2021 года // Главное управление Федеральной службы судебных приставов по Иркутской области. Режим доступа: https://r38.fssp.gov.ru/activity/activity_results/statistical_report/2021_god5/ (дата обращения 10.12.2023).

⁵ Ведомственная статистическая отчетность за январь 2022 года // Главное управление Федеральной службы судебных приставов по Иркутской области. Режим доступа: https://r38.fssp.gov.ru/activity/activity_results/statistical_report/2021_god5/ (дата обращения 10.12.2023).

Одним из нерешенных проблемных вопросов взыскания алиментов в пользу несовершеннолетних остается отсутствие правового механизма по выявлению истинных доходов должника, на которые может быть обращено взыскание. Законодательство не предусматривает мер по установлению «теневых» доходов и имущества неплательщика алиментов. Нередко возникают случаи, когда должник занижает официальные данные о размерах фактически получаемого им дохода, скрывает доходы и имущество от обращения на них взыскания, а иногда не имеет официального трудоустройства или скрывает место работы не только от судебного пристава-исполнителя, но и от самого взыскателя. Соответственно, выявить реальное количество доходов, которое имеет неплательщик алиментов, не представляется возможным [10, с. 86].

Таким образом, в нашей стране все еще остро стоит проблема невыплаты алиментов несовершеннолетним детям. Данная проблема требует комплексного подхода, начиная с государственной политики укрепления института семьи до расширения полномочий сотрудников ФССП и совершенствования правового регулирования. Качественные изменения возможны при преодолении правовых, административных, экономических, социальных, культурных проблем нашего общества, напрямую связанных с исполнением алиментных обязательств. Еще одним вариантом решения проблемы неуплаты алиментов может стать создание специального реестра долж-

ников по алиментам. Когда сведения о должнике будут внесены, за ним закрепят определенные обязанности, непременные к исполнению.

В течение нескольких лет в России обсуждается вопрос о создании государственного алиментного фонда, цель которого минимизировать уровень неблагополучия детей, связанного с невыплатой алиментов недобросовестными родителями. Первоначально фонд должен быть создан за счет средств федерального бюджета, а через несколько лет фонд пополнится за счет неплательщиков алиментов. Фонд должен действовать при правительстве России, а выплаты должны были составлять не менее прожиточного минимума. Данная новация опирается на опыт европейских государств. Проводником данной идеи выступил председатель Комитета Госдумы по вопросам семьи, женщин и детей Нина Останина. Был составлен законопроект, который не нашел поддержки в Правительстве России.

Думается, что внедрение новейших методов общественного воздействия на правонарушителей (ограничение выезда за границу, принудительные работы неплательщиков алиментов на период выплаты задолженности, ограничение права должника управлять транспортным средством), направленных на порицание обществом аморальности поведения недобросовестных родителей, также будет оказывать влияние на более надлежащее исполнение обязательств родителей.

Список источников

1. Пехова М.В. Понятие и признаки алиментов и алиментных обязательств // Закон. Право. Государство. 2020. № 3 (27). С. 175–181.
2. Махарадзе Н.С., Рудник А.В. Актуальные вопросы взыскания алиментов в пользу несовершеннолетних // Актуальные вопросы юридической науки и практики: мат. III Всерос. науч.-практ. конф. со студ. участием (г. Хабаровск, 30 мая 2022 г.). Хабаровск, 2022. С. 126–131.
3. Наумова А.Ю. Виды алиментных обязательств, как один из видов имущественных отношений // Синергия Наук. 2022. № 77. С. 404–409. Режим доступа: <http://synergy-journal.ru/archive/article7024> (дата обращения: 09.02.2024).
4. Сороколетова М.А. К вопросу о правовой природе и признаках алиментных обязательств // Наукосфера. 2023. № 4-1. С. 489–492. Режим доступа: <http://nauko-sfera.ru/ens/archive/> (дата обращения: 12.01.2024)
5. Моял Д.В. Основания возникновения и прекращения алиментных обязательств других членов семьи // Инновационные научные исследования: теория, методология, практика: мат. Междунар. (заочной) науч.-практ. конф. (г. Душанбе, 26 октября 2020 г.). Душанбе, 2020. С. 70–76.
6. Шушакова В.И. Актуальные вопросы взыскания алиментов в пользу несовершеннолетних. Порядок уплаты и взыскания алиментов // Альманах лекторий. Актуальные вопросы теории и практики исполнительного производства: сб. мат. рег. (межвузовского) конкурса науч. работ обучающихся (г. Красноярск, 01 июня – 31 декабря 2021 г.). Красноярск, 2022. С. 42–46.
7. Денисова И.А. Добровольное и принудительное взыскание алиментов // Перо науки. 2021. № 31. С. 4–7.

8. Палей Е.А. Роль соглашения об уплате алиментов между родителями и детьми в семейном праве Российской Федерации // Таврический научный обозреватель. 2016. № 10–2 (15). С. 93–97.
9. Мальцева А.П., Губайдуллина Э.Х. Особенности судебного порядка взыскания алиментов на несовершеннолетних детей // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2020. № 11–4 (50). С. 162–165.
10. Пышнова Е.С. Актуальные вопросы взыскания алиментов в пользу несовершеннолетних // Инновационные подходы в решении научных проблем: сб. трудов по мат. VIII Международного конкурса науч.-исслед. работ (г. Уфа, 25 марта 2022 г.). Уфа, 2022. С. 84–94.

Информация об авторах / Information about the Authors

Тарасова Диана Вячеславовна,
студент,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
dulya04@gmail.com

Diana V. Tarasova,
Student,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., 664074 Irkutsk,
Russian Federation
dulya04@gmail.com

Курышова Ирина Васильевна,
к.и.н., доцент,
заведующий кафедрой теории права,
конституционного и административного права,
Институт экономики, управления и права,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
kiw09@mail.ru

Irina V. Kuryshova,
Cand. Sci. (History), Associate Professor,
Head of Law Theory, Constitutional
and Administrative Law Department,
Institute of Economics, Management and Law,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., 664074 Irkutsk,
Russian Federation
kiw09@mail.ru

Разработка решений для переработки упорной руды, содержащей природные сорбенты золота

© Т.В. Будько, А.В. Аксенов

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

Аннотация. Современные тенденции в переработке упорных золотосодержащих руд, в связи с исчерпанием запасов богатого по содержанию ценного металла сырья, направлены на усовершенствование существующих и поиск новых технологических решений. Современные методы переработки упорных золотосодержащих руд с сорбционной активностью, такие как окислительный обжиг, использование биотехнологий, сорбционное выщелачивание имеют свои преимущества, однако не могут быть применены повсеместно, так как каждое месторождение нуждается в индивидуальном подходе, исходя из особенностей минералогического состава. В данной статье проведен сравнительный анализ использования комбинированных методов переработки упорных руд, содержащих природные сорбенты золота, на примере месторождения Эльгинское. При переработке руд месторождения, была задача достичь получения гравитационного концентрата с максимально возможным выходом, что обеспечило наиболее полное извлечение золота в продукт с низкой сорбционной активностью. В результате анализа технологий было установлено, что гравитационно-флотационная технология обеспечивает извлечение золота в объединенный концентрат на уровне 91,3 %. Полученные результаты могут быть полезны для разработки новых технологий переработки золотосодержащих руд с целью повышения эффективности процесса и улучшения экономических показателей.

Ключевые слова: золото, природные сорбенты, извлечение, упорные руды, сорбционное выщелачивание

Development of solutions for processing refractory ore containing natural gold sorbents

© Tatiana V. Budko, Alexander V. Aksenov

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. Modern trends in the processing of refractory gold-bearing ores, due to the exhaustion of reserves of raw materials rich in valuable metal content, are aimed at improving existing and searching for new technological solutions. Modern methods of processing refractory gold-bearing ores with sorption activity, such as oxidative roasting, the use of biotechnologies, sorption leaching have their advantages, however, they cannot be applied everywhere, since each deposit needs an individual approach based on the characteristics of the mineralogical composition. The article provides a comparative analysis of the use of combined methods of processing refractory ores containing natural gold sorbents, using the example of the Elginskoye deposit. When processing the ores of the deposit, the task was to achieve the production of a gravity concentrate with the highest possible yield, which ensured the most complete extraction of gold into a product with low sorption activity. As a result of the technology analysis, it was found that gravity-flotation technology ensures the extraction of gold into the combined concentrate at the level of 91.3%. The results obtained can be useful for the development of new technologies for processing gold-bearing ores in order to increase the efficiency of the process and improve economic performance.

Keywords: gold, natural gold sorbents, extraction, refractory ores, sorption leaching

Введение

В связи с общемировой тенденцией сокращения запасов богатых и легкообогатимых золотосодержащих руд в переработку вовлекаются руды, входящие в категорию упорных.

По оценкам Союза золотопромышленников, добыча золота из упорных руд составляет примерно 20 % от общей рудной добычи в России.

Сульфидные углеродсодержащие золоторудные руды, благодаря наличию сорбционно-активных частиц органического углерода и остаточных органических соединений, вызывающих повторное осаждение разбавленного в процессе выщелачивания золота самими собой, характеризуются исключительно низкой степенью его извлечения (как правило, не превышающей 20 %). Золотые

руды, содержащие углеродистые вещества и сульфидные минералы, обычно называют дважды упорными рудами.

Минералогические свойства углеродистых золотосодержащих руд могут значительно отличаться в зависимости от месторождения [1]. Компоненты руды, ответственные за процесс прег-роббинга, обычно представлены углеродсодержащими материалами, такими как древесная щепа, некарбонатный углерод или другие компоненты, особенно природный углерод в элементарной форме. Углеродистые материалы распространены во многих месторождениях по всему миру. Они образуются в результате твердофазного метаморфического превращения органического материала, который изначально находился в контакте с горной породой. Этот процесс, называемый графитизацией, зависит от температуры, давления и типа предшественника углерода.

Извлечение золота из упорной руды, содержащей природные сорбенты золота, является сложным и технологически требовательным процессом в золотодобывающей промышленности. Упорная руда содержит органическое вещество, обладающее сорбционными свойствами, что создает препятствия для эффективной переработки руды. Разработка инновационных решений и применение прогрессивных технологий становятся все более важными для успешного извлечения золота из таких типов руды [2–4].

Активным с точки зрения технологии производства золота считается углерод, который имеет слаборазвитую аморфную кристаллическую структуру или сильно преобразованную структуру, но обладает специфическими функциональными группами, преимущественно кислородсодержащими, или дефектами кристаллической решетки. Обычно органический углерод присутствует в металлургических пробах в виде рассеянных частиц. Его содержание варьируется от десятых долей процента до нескольких процентов и редко превышает 10 % в рудах и концентратах.

Современные методы переработки упорных золотосодержащих руд

На данном этапе развития золотодобывающей отрасли для переработки золотосодержащих руд на предприятиях применяются несколько технологий.

Одной из этих технологий является окислительный обжиг материала при температурах от 400 до 800 °C [5, 6]. Этот метод является первой технологией переработки таких материалов. При использовании данного метода извлечение золота составляет от 80 до 90 %. Технология отличается относительной простотой, низкими затратами, если процесс автогенный, и возможностью удаления (выжигания) органического углерода. Однако известны случаи, когда происходила активация поверхности углерода, что приводило к большим потерям золота при последующем цианировании. К недостаткам данной технологии относятся высокое содержание токсичных веществ в отходящих газах, особенно при переработке сырья с высоким содержанием мышьяка, сурьмы или ртути, а также возможность спекания частиц, что снижает извлечение золота и требует высоких капитальных затрат.

В настоящее время биовыщелачивание является одной из основных перспективных технологий для переработки упорного золота [7]. В мировом масштабе существует примерно 20 заводов, применяющих этот метод. В Российской Федерации упорные золотосодержащие руды перерабатываются только с использованием технологии бактериального выщелачивания BIONORD (месторождение Олимпиадинское, компания «Полус Золото») [8].

Бактериальное окисление проводится при температурах от 30 до 50 °C и под контролем значения pH. Температура является одним из важных факторов процесса, поскольку малейшие изменения могут привести к гибели бактерий и снижению их окислительных свойств. Продолжительность процесса может составлять от пяти до шести суток [8]. Извлечение золота при биовыщелачивании достигает 95 % [9].

Эта технология отличается низкими затратами на основные средства и не зависит от содержания сульфидной серы в исходном сырье (т. к. нет необходимости поддерживать высокие температуры). К недостаткам можно отнести образование элементной серы, что увеличивает расход цианида при последующей переработке, а также низкую интенсивность процесса.

Эффективным способом извлечения золота из углистых руд и концентратов является метод сорбционного цианирования с применением ионообменных смол или активных уг-

лей. Введение в пульпу более активных искусственных сорбентов создает конкуренцию сорбционной активности природных углеродистых веществ, в результате чего степень сорбции золота рудными углистыми веществами резко снижается.

Однако для того, чтобы процесс протекал успешно и без потерь драгоценного металла необходимо соблюдать ряд условий. К ним относится отказ от предварительного цианирования материала перед началом проявления сорбционной активности углеродистого вещества, т. е. переход от процессов сорбционного выщелачивания с предварительным цианированием (CIP, CIC или RIP, RIC) к процессам сорбционного выщелачивания без предварительного цианирования (CIL или RIL), позволяющий повысить эффективность извлечения золота из материала. Также отмечается, что использование растворов с содержанием NaCN на уровне 0,1–0,2 % способствует не только увеличению скорости растворения золота, но и уменьшению сорбционной активности руды и потерь металла с твердой фазой отвальных хвостов. Кроме того, успешному протеканию процесса способствует, регулирование загрузки сорбента в зависимости от величины сорбционной активности руды, так как это позволяет снизить время процесса выщелачивания [10].

Переработка упорной руды, содержащей природные сорбенты золота

Одним из наиболее распространенных направлений в области переработки упорных руд является технология сорбционного выщелачивания.

Примером применения данной технологии может стать Эльгинское месторождение в Амурской области. Это золоторудное месторождение было найдено в 2016 г., после чего проводились активные лабораторные и полупромышленные испытания на представительных пробах, характеризующих основные рудные зоны месторождения, с изучением структурно-текстурных особенностей, физико-механических и технологических свойств.

По результатам анализа проводимых исследований, руды всех изученных проб относятся к золотокварцевому малосульфидному и убогосульфидному типам руд, по степени

окисления железа – к смешанному и первичному типам. Основным полезным компонентом проб руды является золото, содержание которого изменяется от 0,86 г/т до 1,75 г/т.

Золотоносные месторождения Эльгинского месторождения проявляют значительное многообразие, представленное разнообразными формами оксидных, смешанных и упорных руд. С точки зрения технологических характеристик, независимо от степени окисления, выделяются два технологических типа руд:

1. Цианируемые оксидные и смешанные руды, обладающие сорбционной активностью по отношению к золотоцианистому комплексу. Они пригодны для прямого процесса сорбционного цианирования, что позволяет извлекать более 65 % содержащегося в них золота.

2. Упорные к сорбционному цианированию первичные руды, для их обработки требуются комбинированные схемы, включающие гравитацию, флотацию, автоклавное окисление, а затем последующее цианирование.

Таким образом, чтобы удовлетворить требования по извлечению золота из руд данного месторождения, была рекомендована технология гравитационно-флотационного обогащения, позволяющая достичь суммарное извлечение золота – 86 %. Совместная переработка концентратов по технологии высокотемпературного автоклавного вскрытия с последующим сорбционным цианированием должна обеспечить извлечение золота в катодный осадок на уровне 88 %. Сквозное извлечение золота из руды по данной технологии составляет 75,6 %.

В качестве альтернативного варианта был рассмотрен вариант переработки гравитационного концентрата способом интенсивного цианирования и переработкой хвостов интенсивного цианирования совместно с флотационным концентратом по автоклавно-цианидной технологии, с операционным извлечением – 88,0 %.

При дальнейшем анализе технологий было установлено, что по гравитационно-флотационной технологии извлечение золота в объединенный концентрат составило 91,3 % (гравеоконцентрат – 44,8 %, флотоконцентрат – 46,5 %), сквозное извлечение золота составит 82,2 %. Гравитационно-цианистая технология

показала извлечение золота в гравеоцентрат – 44,8 %, из гравеоконцентрата в сплав Доре – 43,0 %, на сорбент из хвостов гравитации – 38,6 %. Итого сквозное извлечение золота составит 81,6 %.

В условиях отсутствия флотационного обогащения на предприятии, предоставляющего возможность ингибирования углерода или его извлечения в отдельные продукты, более экономически и относительно эффективным решением является внедрение гравитационно-цианидной схемы (как, например, в процессе обработки угольных руд Наталкинской Золотоизвлекающей фабрики).

При переработке руд Эльгинского месторождения, была задача достичь получения гравитационного концентрата с максимально возможным выходом, что обеспечило наиболее полное извлечение золота в продукт с низкой сорбционной активностью. Для уменьшения затрат капитала было предложено использовать на первом этапе «отсадку-стол». Применение второго этапа гравитационного обогащения (центробежные концентраторы) на всем циркулирующем продукте является обязательным, поскольку в руде свободное золото существенно представлено массовой долей мелких дисперсных частиц, способных к выделению только на центробежных аппаратах.

Так как руды имеют неравномерный характер упорности, то наиболее благоприятным вариантом переработки является гибкая схема, которая имеет следующие преимущества:

- максимальные извлечение золота из ма-

лосорбционно-активного продукта, что приводит к уменьшению потерь золота, сорбированного твердой фазой хвостов цианирования;

- возможность регулировать выход концентрата в зависимости от распределения цианид-активного вещества между концентратами и хвостами гравитационного обогащения;

- переработка гравеоцентрата как по технологии прямого сорбционного цианирования, с получением отвальных хвостов, так и по технологии автоклавного вскрытия, если гравеоцентрат проявляет сульфидную упорность.

Заключение

В целом, проблема переработки упорных золотосодержащих руд является сложной и трудной задачей, требующей пристального внимания к деталям и передовым методам переработки. На сегодняшний день чтобы получить требуемый процент извлечения золота из таких руд необходимо задействовать огромные мощности предприятий и дорогостоящие реагенты. Однако, применяя грамотное комбинирование известных методов, можно производить качественные концентраты золота с высоким процентом извлечения.

Актуальность проблемы заключается в стремительном истощении легкообогатимых природных ресурсов золота, что подчеркивает необходимость обращения внимания на более сложные, упорные руды, которые становятся основным источником драгоценного металла.

Список источников

1. Adams M.D. Summary of Gold Plants and processers // *Advances in Gold Ore Processing*. 2016. Vol. 15. P. 961–984. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63658-4.00054-2>.
2. Лоза А.И. Обзор золотодобывающей отрасли России по итогам 2019 года – первого полугодия 2020 года // *Союз золотопромышленников*. 2020. № 1. 62 с. Режим доступа: https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/ru_ru/topics/mining-metals/ey-gold-surveys/ey-gold-survey-2020.pdf (дата обращения: 19.01.2024).
3. Motta G., Polcyn M., Saragosa E. Refractory Gold Ores: challenges and opportunities for a key source of growth // *MineSpans Commentary*. 2021. Vol. 6. P. 1–6. Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/refractory-gold-ores-challenges-and-opportunities-for-a-key-source-of-growth#/> (дата обращения 18.01.2024).
4. Лодейщиков В.В. Технология извлечения золота и серебра из упорных руд. В 2 т. Иркутск: ОАО «Иргиредмет», 1999. 342 с.
5. Воробьев-Десятовский Н.В., Епифанов А.В. Автоклавное окисление дважды упорных золотосодержащих руд. Проблемы и пути решения // *Минерально-сырьевой комплекс России – новые рубежи и вызовы: 10 Горнопромышленный форум. МАЙНЕКС Россия 2014*. (г. Москва, 7–9 октября 2014 г.). М., 2014. 8 с.
6. Aleksandrova T.N., Heide G., Afanasova A.V. Assessment of Refractory Gold-bearing Ores based of interpretation of Thermal Analysis data // *Journal of Mining Institute*. 2019. Vol. 235. P. 30–38. <http://dx.doi.org/10.31897/pmi.2019.1.30>.

7. Miller J. D., Wan R.-Y., Díaz X. Preg-robbing Gold Ores // Gold Ore Processing. 2016. Vol. 15. P. 885–907. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63658-4.00049-9>.
8. Miller P., Brown A. Bacterial oxidation of refractory gold concentrates // Developments in Mineral Processing. 2005. Vol. 15. P. 371–402. [https://doi.org/10.1016/S0167-4528\(05\)15016-9](https://doi.org/10.1016/S0167-4528(05)15016-9).
9. Bulaev A.G., Boduen A.Y., Ukraintsev I.V. Biooxidation of persistent gold-bearing ore concentrate of the Bestobe deposit // Obogashchenie Rud. 2019. Vol. 6. P. 9–14. <https://doi.org/10.17580/or.2019.06.02>.
10. Гордеев Д.В., Петров Г.В., Хасанов А.В., Северинова О.В. Обзор современных технологий переработки упорных золотосодержащих руд и концентратов с применением азотной кислоты // Известия ТПУ. 2022. Т. 333. № 1. С. 214–224. <https://doi.org/10.18799/24131830/2022/1/3228>.

Информация об авторах / Information about the Authors

Будько Татьяна Владимировна,
магистрант,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
tbudko07@mail.ru

Tatiana V. Budko
Master's Student,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
tbudko07@mail.ru

Аксенов Александр Владимирович,
к.т.н., доцент,
доцент кафедры металлургии цветных металлов,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
aksenov2008@yandex.ru

Alexander V. Aksenov,
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Associate Professor of Non-Ferrous
Metals Metallurgy Department,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
aksenov2008@yandex.ru

Обзор существующих методов аффинажа благородных металлов

© А.В. Бухарина, А.А. Васильев

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

Аннотация. В данной статье рассмотрены существующие методы аффинажа благородных металлов. Основными способами аффинажа являются: хлорный метод Миллера, электролитический метод, гидрохлорирование, кислотный аффинаж, жидкостная экстракция. Метод Миллера основан на пропускании газообразного хлора через расплав, содержащий ценный компонент, в частности лигатурное золото. Конечный продукт в данном методе получают с содержанием 95–99,5 % металла. Электролитический метод применяется главным образом для аффинажа серебра. В данном методе используется процесс электролиза с растворимым анодом, в качестве которого выступает серебряный сплав. Серебро в виде крупнокристаллического осадка осаждается на катоде. Полученный металл в конечном итоге имеет высокое содержание ценного компонента 99,97–99,99 %. Кислотный метод аффинажа основан на избирательном растворении серебра в азотной и серной кислотах. Благодаря практически полному растворению серебра и других неблагородных металлов, золото в виде нерастворимого остатка осаждается на дне чана. Полученный конечный продукт имеет 998-ю пробу. Метод гидрохлорирования представляет собой растворение золотосодержащего сырья в солянокислом растворе, с добавлением хлора. Золото переходит в раствор в виде золотохлористоводородной кислоты. Из полученного раствора, золото осаждают тиосульфатом натрия и нитритом натрия. Конечным продуктом данной технологии является аффинированное золото 999-й пробы. Особенностью метода жидкостной экстракции является высокое извлечение ценного компонента, а также минимальная температура проведения процесса. В качестве экстрагента применяют дибутилкарбитол.

Ключевые слова: производство золота, аффинаж, усовершенствование технологий аффинажа, производство высокочистого золота, благородные металлы

Overview of existing precious metals refining methods

© Anna V. Bukharina, Andrey A. Vasiliev

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article discusses existing methods for refining precious metals. The main refining methods are: Miller's chlorine method; electrolytic method; hydrochlorination; acid refining; liquid extraction. Miller's method is based on passing chlorine gas through a melt containing a valuable component, in particular alloyed gold. The final product in this method is obtained with a metal content of 95–99.5%. The electrolytic method is mainly used for silver refining. This method uses an electrolysis process with a soluble anode, which is a silver alloy. Silver in the form of a coarsely crystalline precipitate is deposited on the cathode. The resulting metal ultimately has a high content of valuable components of 99.97–99.99%. The acid refining method is based on the selective dissolution of silver in nitric and sulfuric acids. Due to the almost complete dissolution of silver and other base metals, gold in the form of an insoluble residue is deposited at the bottom of the vat. The resulting final product is 998 fine. The hydrochlorination method involves dissolving gold-containing raw materials in a hydrochloric acid solution with the addition of chlorine. Gold goes into solution in the form of chloroauric acid. From the resulting solution, gold is precipitated with sodium thiosulfate and sodium nitrite. The final product of this technology is refined of 999 gold of purity. A feature of the liquid extraction method is the high recovery of the valuable component, as well as the minimum temperature of the process. Dibutylcarbitol is used as an extractant.

Keywords: gold production, refining, improvement of refining technologies, production of high-purity gold, precious metals

Введение

В настоящий момент Россия является одной из лидирующих стран в мире по производству золота. Аффинажные предприятия являются высокотехнологичными заводами России, которые специализируются на производстве чистого золота 999,9 пробы. Так как спрос на драгоценные металлы растет с каждым

годом, формируется необходимость усовершенствования технологий аффинажа. В данной статье представлен обзор существующих методов аффинажа, которые на данный момент применяются на заводах России.

В настоящее время в России существует 11 аффинажных заводов:

– АО «Московский завод по обработке спе-

циальных сплавов» (АО «МЗСС»), г. Москва;

– АО «Щелковский завод вторичных драгоценных металлов» (АО «Щелковский завод ВДМ»), г. Щелково, Московская обл.;

– АО «Приокский завод цветных металлов» (АО «ПЗЦМ»), г. Касимов, Рязанская обл.;

– АО «Екатеринбургский завод по обработке цветных металлов» (АО «ЕЗОЦМ»), г. В. Пышма, Свердловская обл.;

– АО «Уралэлектромедь», г. В. Пышма, Свердловская обл.;

– ЗАО «Уральские инновационные технологии», г. Екатеринбург (ЗАО «Уралинтех»);

– АО «Кыштымский медеэлектролитный завод» (ЗАО «КМЭЗ»), г. Кыштым, Челябинская обл.;

– АО «Новосибирский аффинажный завод» (АО «НАЗ»), г. Новосибирск;

– ОАО «Красноярский завод цветных металлов имени В. Н. Гулидова», г. Красноярск (ОАО «Красцветмет»);

– ПАО «Горно-металлургическая компания «Норильский никель»;

– АО «КВАРТ».

Лидером по производству всех металлов платиновой группы и аффинированных золота и серебра является ОАО «Красцветмет».

Завод выпускает продукцию с содержанием Au до 99,99 %, что означает наивысший показатель чистоты металла.

В 2017 году ОАО «Красцветмет» произвел 220 тонн золота, что стало историческим рекордом для компании.

В настоящее время на современных аффинажных заводах применяются следующие процессы: процесс Миллера, электролиза, гидрохлорирования, жидкостной экстракции и кислотного аффинажа.

Хлорный процесс Миллера

В данном методе используется сырье, содержащее от 70 % до 90 % золота и от 7 % до 30 % серебра, таким сырьем, в частности, является лигатурное золото.

Хлорный метод Миллера основан на пропускании газообразного хлора через расплавленный металл (рис. 1).

Исходное сырье поступает на приемную плавку в виде золотосеребряного сплава или лома в индукционную печь.

Плавку сырья проводят в шамотных тиглях под слоем буры. Через крышку тигля вводят кварцевую или фарфоровую трубку, по которой пропускают газообразный хлор. Изначально хлор вступает в реакцию с неблагородными металлами и серебром.

Образовавшиеся хлористые соединения расплавляются и всплывают на поверхность расплава, некоторые из хлоридов переходят в газообразную форму и направляются в скрубберы (последовательность превращения неблагородных металлов в газообразную форму: цинк (Zn); железо (Fe); сурьма (Sb); олово (Sn); мышьяк (As); медь (Cu); свинец (Pb); висмут (Bi); серебро (Ag); теллур (Te); селен (Se). Оставшееся в расплаве золото, застывает на дне тигля в виде слитка [1].

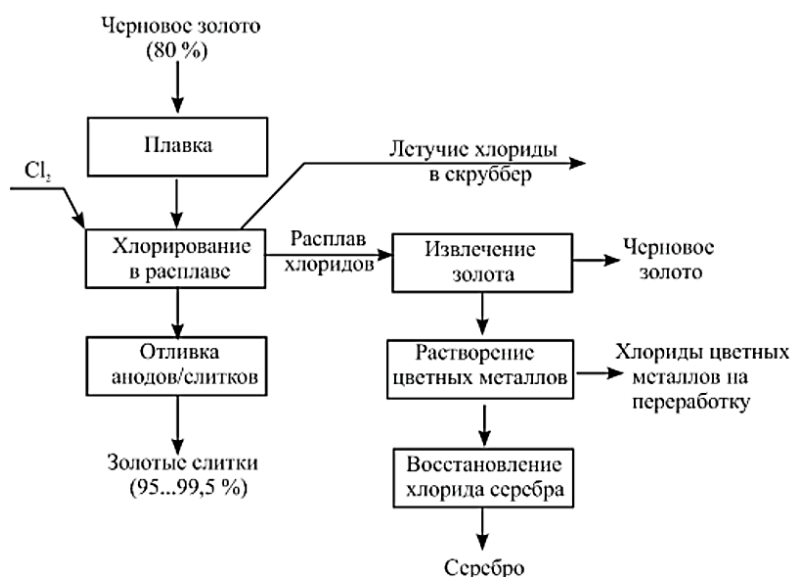


Рис. 1. Принципиальная схема процесса Миллера

По окончании реакции тигель вынимают из горна печи и дают ему остыть. С поверхности расплава снимают скребком буру, а оставшиеся на поверхности хлориды сливают в ложницу. Результатом данного метода служат золотые слитки с процентным содержанием металла 95–99,5 %.

В данном методе использование одного реагента (газообразный хлор) позволяет минимизировать затраты как по времени, так и по денежным вложениям. Недостатков у этого процесса гораздо больше, чем преимуществ.

Одним из главных недостатков является использование в процессе газообразного хлора. Данный реагент является весьма ядовитым веществом, который негативно воздействует не только на работника, но и в целом на всю окружающую среду. Для такого способа получения золота необходимо использовать абсорберы, в которых будет происходить утилизация хлора за счет растворения материалов, содержащих драгоценные металлы.

Получение недостаточно чистого золота является еще одним недостатком процесса Миллера. Конечный продукт в данном методе получают с содержанием 95–99,5 % металла.

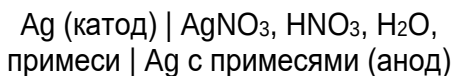
Электролитический метод аффинажа

Электролитический метод аффинажа является одним из самых эффективных и широко применяемых методов для получения чистого серебра, которое может быть использовано в различных областях, включая ювелирное и художественное производство, электронику и медицину. При комплексном использовании всех ценных компонентов в рафинируемом металле, данный процесс позволяет получить высокое содержание конечного продукта.

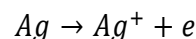
При электролитическом рафинировании серебра применяется процесс, в котором используется растворимый анод из серебряного сплава. Для создания катодной основы могут использоваться различные материалы, такие как листовое серебро, алюминий, титан или коррозионная сталь. Водный раствор азотно-кислого серебра с небольшим добавлением азотной кислоты служит в качестве электролита. Этот процесс позволяет удалить примеси из серебряного сплава, достигая высо-

кой степени очистки и получая качественное рафинированное серебро [2].

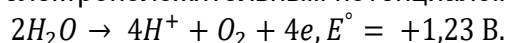
Данный процесс выглядит следующим образом:



Переход серебра в раствор при электрохимическом растворении анода ($E^\circ_{\text{Ag}/\text{Ag}^+} = +0,799 \text{ В}$):

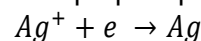


Золото, платина, палладий выпадают в шлам, так как они являются примесями с более электроположительным потенциалом.

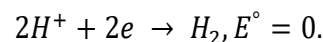


Цинк, медь, висмут, свинец, железо являются примесями рафинируемого металла и имеют более электроотрицательный потенциал, чем у серебра. В связи с этим, данные металлы переходят в раствор.

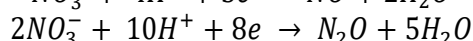
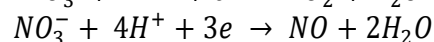
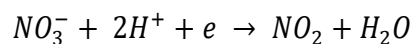
Восстановление ионов серебра на катоде является одним из важнейших процессов электролитического рафинирования:



Серебряные ионы успешно осаждаются, образуя равномерное и качественное покрытие. Очевидно, что электрохимическая активность серебра является важным показателем его электрохимических свойств и способностей.



Ионы NO_3^- являются исключением, они способны частично восстанавливаться на катоде:



Процесс электролиза серебра обычно проводят в прямоугольных ваннах, изготовленных из винипласта, поливинилхлорида или фарфора. Ванны заключаются в каркас из стали, фибергласа и других материалов (рис. 2).

Одна такая ванна вмещает до 600 л.

В процессе электролиза для переработки анодных шламов используют ванны как с вертикальными анодами, так и с горизонтальными. На анодной штанге подвешивают от 1 до 5 анодов.

Данный процесс электролиза ведется круглосуточно. Серебро, в виде крупнокристаллического осадка осаждается на катоде. Его

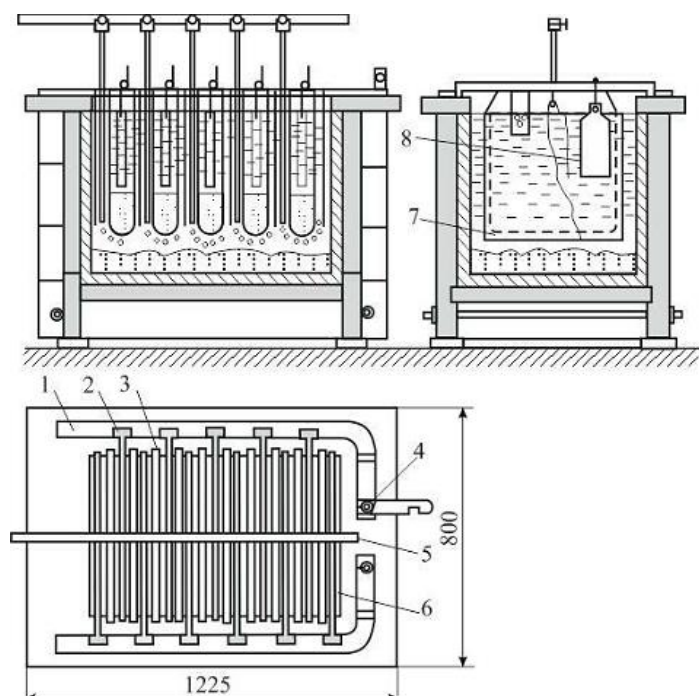


Рис. 2. Ванна для электролиза серебра с вертикальными электродами:
 1 – шина; 2 – катодные штанги; 3 – чехлы; 4 – выключатель; 5 – воздушная труба с отводами для перемешивания; 6 – анодные штанги; 7 – катод; 8 – анод

периодически соскребают с катода вручную лопатками или же механическими скребками непрерывно. Что касемо электролита, то его перемешивание осуществляется сжатым воздухом, который подается в ванну через стеклянные трубы, или же механическими скребками, при снятии катодного осадка. Кристаллы серебра, находящиеся на дне ванны, периодически извлекают совками из алюминия.

Для того чтобы избежать загрязнения готового продукта, его помещают в чехлы из териленовой ткани. Анодный шлам, при растворении собирается внутри чехла, откуда его периодически выгружают.

При стабильном ведении процесса катодный выход по току приблизительно составляет 94–96 %. А напряжение на ванне составляет 1,0–2,5 В. Потребление электроэнергии варьируется в пределах 0,3–0,6 кВт · час на 1 кг аффинированного серебра.

Из ванн выгружают серебро и промывают разбавленной азотной кислотой, затем горячей водой и отправляют на сушку. После чего серебро направляют на плавку, что является конечной стадией данного процесса. Плавку осуществляют в электрических печах в слитках. Готовый продукт имеет высокое содержание ценного компонента от 99,97–99,99 % [4].

Кислотные методы аффинажа

Данный метод представляет собой обработку золотосеребряного сплава различными кислотами. Процесс очистки основан на избирательном растворении серебра за счет азотной кислоты. Для того чтобы полностью разделить металлы необходимо чтобы содержание золота было в три раза меньше содержания серебра. Это условие дает практически полное растворение серебра в растворе, и нерастворимый остаток золота. Платиновые металлы и неблагородные также как и серебро остаются в растворе.

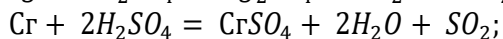
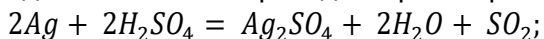
Полученный золотой нерастворимый остаток промывают, сушат, а затем отправляют на плавку в слитки. В конечном итоге золото получают 998-й пробы. Серебро, перешедшее в раствор, осаждают в виде хлорида и восстанавливают металлическим железом или цинком. Далее его переплавляют в слитки.

Также в данном методе вместо азотной кислоты можно использовать серную. Количество серебра, как и в предыдущем методе должно быть в три раза больше, чем золота, а меди не более 7,5 %. Иначе разварка сплава будет затруднена из-за образовавшегося на поверхности сульфата меди (CuSO_4).

Если содержание неблагородных металлов превышает в исходном сырье, то сплав

необходимо отправить на плавку или купелирование.

Затем гранулированный сплав погружают в котлы и заливают концентрированной серной кислотой. Серебро, медь и другие неблагородные металлы переходят в раствор:



По завершению процесса раствор сливают, а оставшийся на дне золотой осадок еще раз обрабатывают концентрированной серной кислотой.

В результате, полученный золотой нерастворимый осадок промывают, сушат и переплавляют в слитки 996–999-й пробы.

Очистку золота с помощью царской водки используют лишь при небольшом количестве серебра. Гранулированный сплав нагревают и обрабатывают царской водкой. Перешедшее в раствор золото вступает в реакцию и образует сложный комплекс золотохлористоводородной кислоты.

Серебро, в данном случае, осаждается в форме хлорида и остается в осадке. Используя рассмотренные методы выше, его легко можно получить в металлическом виде.

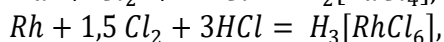
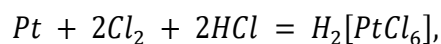
Раствор с золотохлористоводородной кислотой сливают, выпаривают для удаления азотной кислоты и отфильтровывают. Затем с помощью реагента-восстановителя железного купороса осаждают металлические золото. После чего золото сушат и отправляют в плавильный цех. Слитки золота получают 998–999-й пробы [5].

Метод гидрохлорирования

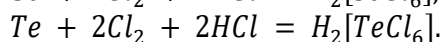
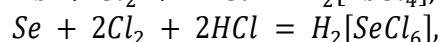
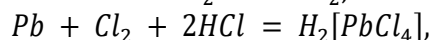
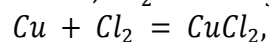
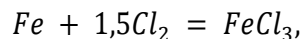
Метод гидрохлорирования является одним из наиболее эффективных и оптимальных процессов аффинажа. Благодаря данному методу, на выходе мы получаем продукт с наивысшим показателем чистоты металла 99,99 %.

Гидрохлорирование представляет собой растворение золотосодержащего сырья методом жидкофазного хлорирования в солянокислом растворе, с переводом золота в раствор.

Благородные металлы, которые содержатся в данном сырье, окисляются хлором и переходят в раствор в виде хлорометаллических кислот:



Неблагородные металлы в содержащемся сырье, также окисляются и в виде простых хлоридов и хлорометаллических кислот переходят в раствор:



Процесс хлорирования ведут в специальных аппаратах, так называемый хлоратор.

В абсорбер через загрузочную воронку загружают материалы содержащие драгоценные металлы (в расчете на сухую массу), заливают солянокислый раствор или обеззолоченный раствор. Загрузочные люки хлоратора и абсорбера закрывают крышками с уплотнительными прокладками и фиксируют прижимным винтовым устройством.

Включают перемешивание и нагрев. После нагрева раствора в хлоратор постепенно подают газообразный хлор.

Хлорирование проводят с утилизацией хлора в абсорбере. Температуру в нем поддерживают около 30–60 °С, далее подают обратную воду для охлаждения аппарата.

Как только в хлораторе окислительно-восстановительный потенциал достигнет 1000–1100 мВ, расход хлора снижают, для предотвращения «проскока» хлора в вентиляцию.

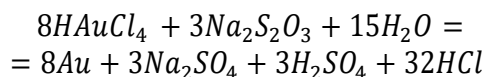
После хлорирования пульпу дегазируют продувкой сжатым воздухом, для того чтобы устранить избыточные газы. Затем, после окончания дегазации пульпу охлаждают.

Получившийся продукт направляют на фильтрацию в пресс-фильтры, для того чтобы разделить твердый продукт от раствора [6].

Осаждение золота из растворов тиосульфатом натрия

Тиосульфат натрия используется для осаждения золота из хлоридных или концентрированных растворов в виде кристаллического пентагидрата $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$. Реакция между тиосульфатом натрия и золотом протекает

быстро при температуре 60 °С, а скорость реакции значительно увеличивается при более высоких температурах.



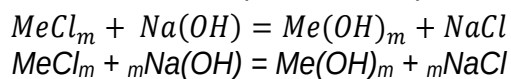
Скорость подачи тиосульфата натрия в раствор является основным фактором, определяющим продолжительность процесса. Для определения завершения процесса осаждения золота используется изменение окисленного электродного потенциала в растворе.

Окисленный потенциал должен достигнуть значения от 650 до 680 мВ, чтобы обеспечить высокую степень осаждения золота и выделение примесей, таких как платина, палладий, селен и теллур. Поэтому обработку золотосодержащего раствора завершают при снижении его окислительного потенциала до 650–680 мВ.

Процесс осаждения золота тиосульфатом натрия осуществляют следующим образом. В золотосодержащий раствор, получаемый в результате хлорирования, вводят кристаллический тиосульфат натрия. При перемешивании раствор прогревают до температуры 60–70 °С в титановом аппарате. Процесс длится 0,5–1 часа, после чего выключают перемешивание и отбирают пробу раствора для определения окисленного электродного потенциала и наличия золота. При окончании процесса, окисленный электродный потенциал составляет 580–620 мВ. Золотосодержащий осадок отмывают водой, а затем осушают и отправляют на следующую стадию обработки [7].

Гидролитическая очистка растворов

Гидролитическую очистку применяют для растворов с содержанием золота выше 150 г/л. В результате этого процесса происходит выделение примесей неблагородных металлов в виде осадка гидроксидов по реакции:



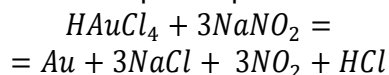
где Me – Fe, Te, Pb, Ni, Cu и др. m = 1–3.

Пульпа в аппарате перемешивается в течение 2–3 минут, после чего выдерживается без перемешивания в течение 30 минут.

Растворы после гидролитической очистки направляют на осаждение золота с использованием раствора нитрита натрия [8].

Осаждение золота нитритом натрия

Нитрит натрия используют для того, чтобы осадить золото из растворов:



Примеси платиновых металлов остаются в обеззолоченном нитритном растворе. В реактор заливают золотосодержащий раз, включают перемешивание и нагревают раствор до температуры 60–70 °С, вводят раствор нитрита натрия.

Процесс прекращают при достижении определенного значения потенциала раствора (450–550 мВ). Затем охлаждают раствор в реакторе до температуры 40–50 °С, декантируют обеззолоченный нитритный раствор в емкости, а пульпу сливают на нутч-фильтр (фильтрующий элемент – два слоя ткани ПВХ).

Аффинированное золото на нутч-фильтре промывают водой, заливая ее на толщину осадка и тщательно перемешивая осадок. Затем аффинированное и отмытое золото отправляют на сушку.

Обеззолоченный нитритный раствор, извлеченный из-под нутч-фильтра, направляют в емкости, опробуют и направляют на дополнительное извлечение благородных металлов [9].

Метод жидкостной экстракции

В последнее время в зарубежных странах наблюдается тенденция к замене осадительных операций при аффинаже металлов платиноидов операциями, использующими жидкостную экстракцию.

В раствор золота добавляют соляную кислоту в концентрации 3,1 моль/дм³ и проводят двухступенчатую непрерывную противоточную экстракцию золота с использованием экстрагента дибутилкарбитол в стеклянных смесителях-отстойниках.

Рафинат, содержащий менее 0,0001 % золота, направляют на жидкостную экстракцию палладия с использованием 25 % раствора диоктилсульфида в растворителе Esso Isopar M. Из-за большого времени, необходимого для достижения равновесного состояния при экстракции палладия, процесс проводится в периодическом режиме в реакторе с механическим перемешиванием.

Насыщенную органическую фазу промывают соляной кислотой, а затем палладий экстрагируют водным раствором аммиака. После подкисления раствора до концентрации 5–6 моль/дм³ соляной кислоты, платину экстрагируют с использованием 60 % раствора трибутилафосфата в разбавителе Iso-par M с добавлением 5 % изодеканала.

Экстракцию платины проводят в четырехступенчатой непрерывно действующей установке с соотношением фаз органической и водной в пропорции (5–10):1. Насыщенную органическую фазу промывают два раза раствором соляной кислоты концентрацией 5–6 моль/дм³ и при высоком отношении объема органической фазы к водной. Затем проводят двухступенчатую реэкстракцию платины водой. Осаждение отделяемой платины из экстракта осуществляется с помощью хлори-

стого аммония, что позволяет получить металл с чистотой 99,95 %. Извлечение иридия и родия из рафината и их дальнейшее разделение осуществляются химическим осаждением.

Заключение

Таким образом, применение процессов, использующих жидкостную экстракцию, в последние десятилетия заметно возрастает, обеспечивая более эффективное и экономичное извлечение благородных металлов при аффинаже [10].

Выполненный обзор показал, что современные методы аффинажа являются высокоэффективными. Применение данных методов позволяет получить золото высокого качества, что дает возможность закрыть потребности в аффинированном золоте в нашей стране.

Список источников

1. Пат. № 2089635, Российская Федерация, МПК C22B11/00. Способ извлечения серебра, золота, платины и палладия из вторичного сырья / Н.А. Устиченко; С.И. Лолейт; Г.А. Ильченко; Ю.М. Калмыков; В.Я. Давыдова, О.В. Агафонов, А.И. Тертичный, В.В. Васекин; заявитель и патентообладатель Калмыков Ю.М. № 95114761/02. Заявл. 14.12.1995; опубл. 10.09.1997. Бюл. № 21.
2. Пат. № 2535266, Российская Федерация, МПК C22B11/00, C22B3/06, C22B3/20. Способ аффинажа серебра / В.Г. Лобанов, А.Б. Лебедь, В.В. Ашихин, С.А. Мастюгин, А.А. Королев, О.Ю. Маковская, С.В. Гимгин, Р.Э. Русалев; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский Федеральный университет Имени Первого Президента России Б.Н. Ельцина». № 2013114511/02. Заявл. 01.04.2013; опубл. 10.12.2014. Бюл. № 22.
3. Пат. № 2748451, Российская Федерация, МПК C25C3/34, C25C1/22, C25C5/04, C25C7/00. Способ электролитического получения висмута / П.А. Архипов, Ю.Р. Халимуллина, Ю.П. Зайков, А.С. Холкина, С.А. Краюхин, А.А. Королев, К.Л. Тимофеев; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук. № 2020139083. Заявл. 30.11.2020; опубл. 25.05.2021. Бюл. № 25.
4. Пат. № 2022041, Российская Федерация, МПК C22B11/12. Устройство для электролитического рафинирования серебра / А.И. Потапов, А.И. Карпунин, В.П. Ершов, П.М. Дементьев, В.Е. Скрипченко; заявитель и патентообладатель АО «Иргиредмет». № 97110187/02. Заявл. 16.06.1997; опубл. 20.06.1998. Бюл. № 27.
5. Пат. № 2100457, Российская Федерация, МПК C22B11/00. Способ аффинажа серебра / А.И. Потапов, А.И. Карпунин, С.Г. Рыбкин, Е.С. Никонова, И.И. Стелькина; заявитель и патентообладатель АО «Иргиредмет». № 95114769/02. Заявл. 15.08.1995; опубл. 27.12.1997. Бюл. № 24.
6. Шатров В.И., Латышенко Г.И. Проект модернизации химического реактора РТ-760: сб. статей IX Междунар. науч.-практ. Конф. (г.Барнаул, 23 июня 2018г.). Барнаул, 2018. № 1. С. 68 – 74.
7. Пат. № 2604287, Российская Федерация, МПК C22B11/00, C22B3/38. Способ селективной экстракции ионов золота и серебра из солянокислых растворов трибутилфосфатом. / Л.А. Воропанова, Н.Б. Кокоева; заявитель и патентообладатель Воропанова Лидия Алексеевна. № 2015134641/02. Заявл. 17.08.2015; опубл. 10.12.2016. Бюл. № 21.
8. Пат. № 2164255, Российская Федерация, МПК C22B11/04, C22B3/44, B01D37/00. Способ восстановления золота из раствора, содержащего примеси платиновых и неблагородных металлов / Е.И. Павлова, Д.Ю. Сиротина, А.В. Черенко; заявитель и патентообладатель ОАО «Красноярский завод цветных металлов имени В.Н. Гулидова». № 2021103766. Заявл. 15.02.2021; опубл. 13.08.2021. Бюл. № 23.
9. Пат. № 2753352, Российская Федерация, МПК C22B11/04, C22B3/44, C22B7/02, C22B3/06. Способ извлечения благородных металлов из продуктов, содержащих хлорид серебра, металлы платиновой группы и золото / Ю.А. Сидоренко, В.Н. Ефимов, А.В. Москалев, С.И. Ельцин; заявитель и патентообладатель ОАО «Красноярский завод цветных металлов». № 99102201/02. Заявл. 04.02.1999; опубл. 20.03.2001. Бюл. № 23.
10. Пат. № 2652337, Российская Федерация, МПК C22B11/00, C22B3/34. Способ извлечения золота из водно-солевых растворов / А.В. Лесив, Д.В. Титов, Е.А. Князева, Е.А. Герасимчук; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Сольвекс». № 2017125070. Заявл. 18.07.2017; опубл. 25.04.2018. Бюл. № 27.

Информация об авторах / Information about the Authors

Бухарина Анна Владиславовна,

студент,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
annbuharina@yandex.ru

Anna V. Bukharina,

Student,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
annbuharina@yandex.ru

Васильев Андрей Анатольевич,

к.т.н.,
доцент кафедры металлургии цветных металлов,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
vasilhev2008@yandex.ru

Andrey A. Vasiliev,

Cand. Sci. (Eng.),
Associate Professor of Nonferrous
Metals Metallurgy Department,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation
vasilhev2008@yandex.ru

Устройство и назначение миксера литейных отделений алюминиевых заводов

© Р.И. Наумкин, Н.В. Немчинова

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

Аннотация. Современное производство алюминия стремительно развивается в мире, разрабатываются и вводятся в работу новые виды технологического оборудования. В 2004 г. в эксплуатацию российских алюминиевых предприятий был введен поворотный миксер. В статье рассмотрены вопросы о назначении поворотных миксеров в литейных отделениях заводов-производителей первичного алюминия. Жидкий алюминий (алюминий-сырец), извлекаемый из электролизеров электролизных цехов, перемещают в литейные отделения и заливают в поворотную электропечь сопротивления (миксер). Объем миксера зависит от объемов произведенного алюминия и номенклатуры выпускаемой продукции. Миксер предназначен для приема алюминия-сырца из электролизного производства, корректировки и поддержания температуры расплава, корректировки химического состава расплава, переплава отходов собственного производства и подачи расплава к установке разлива. Показано, что поворотная электропечь (миксер) на Богучанском алюминиевом заводе компании «РУСАЛ» состоит из каркаса, футеровки, навесного оборудования в виде нагревательных элементов, вытяжного зонта, форкамеры, крышки заливного кармана, гидравлической и пневматической систем. Миксер марки САМП-60 является результатом совместной работы ООО «НПЦ Магнитной гидродинамики» и фирмы Mechatherm Int. Ltd. САМП-60 позволяет производить продукцию со строгим соблюдением параметров технологических процессов, корректировать химический состав получаемых сплавов, температуру расплавов, перерабатывать отходы собственного производства.

Ключевые слова: алюминиевая промышленность, производство алюминия, литейное отделение, миксер, футеровка

Design and purpose of a mixer in foundry departments of aluminum smelters

© Roman I. Naumkin, Nina V. Nemchinova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. Modern aluminum production is rapidly developing in the world; new types of technological equipment are being developed and put into operation. In 2004, a rotary mixer was introduced into operation at Russian aluminum plants. The article discusses questions about the purpose of rotary mixers in the foundry departments of primary aluminum manufacturing plants. Liquid aluminum (raw aluminum), extracted from the electrolyzers of electrolysis shops, is moved to the foundry departments and poured into a rotary resistance electric furnace (mixer). The volume of the mixer depends on the volume of aluminum produced and the range of products. The mixer is designed to receive raw aluminum from electrolysis production, adjust and maintain the temperature of the melt, adjust the chemical composition of the melt, remelt waste from its own production and supply the melt to the casting installation. The rotary electric furnace (mixer) at the Boguchany aluminum smelter of the RUSAL company consists of a frame, lining, attachments in the form of heating elements, an exhaust hood, a pre-chamber, a filler pocket cover, hydraulic and pneumatic systems. The SAMP-60 brand mixer is the result of the joint work of NPC Magnetic Hydrodynamics LLC and Mechatherm Int. Ltd. SAMP-60 allows you to produce products with strict adherence to the parameters of technological processes, adjust the chemical composition of the resulting alloys, the temperature of the melts, and process waste from your own production.

Keywords: aluminum industry, aluminum production, foundry department, mixer

Введение

Современное алюминиевое производство постоянно развивается и совершенствуется [1]. Одним из основных направлений развития алюминиевой промышленности в России является введение в эксплуатацию новых видов технологических агрегатов, увеличение их мощности, механизация и автоматизация произ-

водственных процессов [2]. Также к одному из основных направлений развития алюминиевой промышленности относится поиск и внедрение предложений по улучшению экологической ситуации вблизи промышленных предприятий, с учетом указанного направления совершенствуется и технологическое оборудование [3–6].

В настоящее время литейные отделения алюминиевых предприятий оснащаются современным автоматизированным технологическим оборудованием, к которому относится миксер.

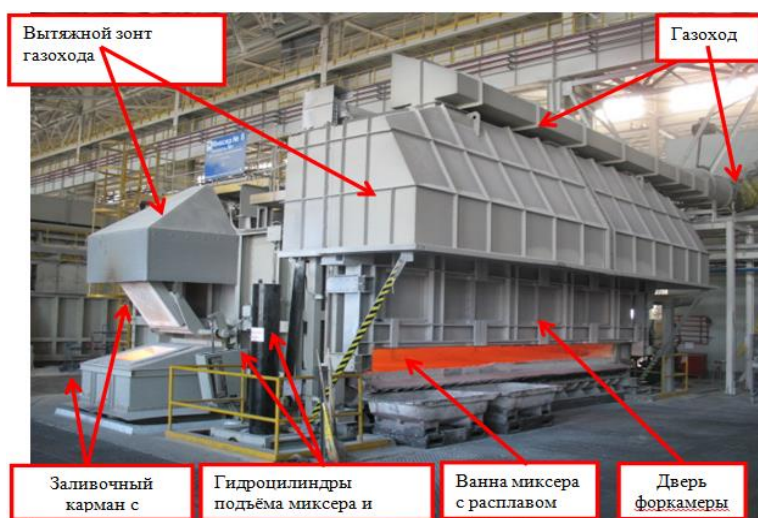
Миксер – поворотная электропечь сопротивления предназначена для приема алюминия-сырца из электролизного производства, корректировки и поддержания температуры расплава, корректировки химического состава расплава, переплава отходов собственного производства и подачи расплава к установке разливки. В литейном отделении Богучанского алюминиевого завода применяют электропечи сопротивления емкостью 60 т типа САМП-60 (рис. 1, таблица) совместного производства ООО «НПЦ Магнитной гидродинамики» и фирмы Mechatherm Int.Ltd (Англия).

Конструктивно миксер выполнен в форме прямоугольного параллелепипеда, который собирается из составных частей (стенки, днище и свод) свариваемых между собой при монтаже в единое целое.

Внутреннее пространство миксера футеруется послойно теплоизоляционным и огнеупорным материалами.

Нагрев металла в миксере осуществляется при помощи электронагревателей сопротивления, установленных под сводом миксера. Наклон (поворот) миксера в сторону слива осуществляется при помощи двух гидроцилиндров, расположенных со стороны торцевых стен и закрепленных на продольной траверсе. Траверса опирается на две задние опоры, установленные на фундамент [7, 8].

С противоположной стороны сливного отверстия (леточный узел) расположен проем рабочего окна (форкамера), который закрывается подъемной дверью при помощи гидравлического привода с цепной передачей. На торцевой стенке размещен заливной карман с крышкой, на противоположной стенке – предусмотрена установка погружной термопары для замера температуры расплава с механизмом ее перемещения.



а



б

Рис. 1. Миксер: а – общий вид; б – свод миксера

Технические характеристики миксера САМП-60

Параметр	Значение
Емкость миксера, т	60
Глубина расплава, мм	900
Мощность нагревателей, кВт	800
Количество нагревателей, шт.	12
Тип нагревателя	трубчатый
Температура расплава, заливаемого в миксер, °С	720–850
Скорость разлива расплава регулируемая, т/ч	20–60
Время разлива расплава регулируемое, ч	3–1
Частота питающей сети, Гц	50
Внутренние размеры футеровки (по зеркалу металла), мм: высота / ширина / длина	2900 / 4700 / 8300
Габаритные размеры каркаса, мм: длина / ширина / высота	12890 / 8840 / 8090
Угол поворота, град.	23
Масса, т: каркас / футеровка / всего	90 / 135 / 285

На передней стенке миксера установлена рабочая летка для выдачи расплава из ванны миксера. Здесь же закреплены кронштейны осей поворота с подшипниковыми узлами, которые сочленены с передними опорами миксера. Передние опоры установлены и закреплены на фундаменте.

Над дверью рабочего окна форкамеры и заливочным карманом устанавливается вытяжной зонт, закрепленный на каркасе миксера, с проекцией над всей конструкцией двери поворотного миксера и кармана, достаточной для предотвращения утечки газов из миксера в литейный цех. Из вытяжного зонта газы попадают в газоход, соединенный с зонтом таким образом, что обеспечивает возможность наклона миксера. На отводящем газоходе установлен вытяжной вентилятор. Далее удаляемые газы из газохода поступают в вытяжную трубу. Конечная точка вытяжной трубы миксера находится на высоте 30 м над уровнем нулевой отметки.

Устройство составных частей миксера

Основные части конструкции миксера САМП-60:

- каркас – металлическая конструкция;
- футеровка – специальный огнеупорный бетон и тепловая изоляция между каркасом и бетоном;
- электрическая часть – нагревательные элементы в защитных трубах (нагреватель) и на специальных подвесках;

– гидравлическая часть – гидроцилиндры подъема (опускания) миксера и двери форкамеры;

– пневматическая часть – пневмоцилиндры поджима двери, подъема крышки заливочного кармана, подъема термопары;

– термопары – преобразователь определения температуры расплава и воздушного пространства миксера;

– система автоматизированного управления.

Каркас (рис. 2) является основой конструкции миксера и состоит из следующих составных частей:

– днище – сварная конструкция из листовой и профильной стали с внутренними технологическими уклонами;

– свод миксера – конструкция из профильной стали с несущими балками с отверстиями для установки U-образных подвесок электронагревателей и отверстиями для установки термоэлектрических преобразователей (термопар);

– передняя стенка, на которой располагается сливное отверстие (рабочая летка);

– задняя стенка с рабочим окном (форкамера) и шлаковыми полками с уклоном наружу, предназначенными для загрузки шлака в специальные емкости;

– торцевая стенка, на которой располагается с механизм погружной термопары;

– торцевая стенка с заливочным карманом, который оснащен обшитой футерованной крышкой.



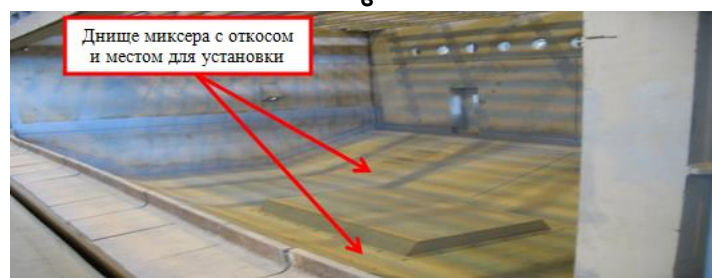
а



б



в



г



д



Рис. 2. Каркас миксера: а – задняя стенка с окном форкамеры; б – передняя стенка с леточным отверстием; в – передняя стенка с леточным отверстием и отверстиями для нагревательных элементов (вид снаружи); г – днище с уклонами, передняя и торцевая стенка изнутри; д – леточное отверстие на лицевой и торцевая стенка с отверстием для погружной термопары (вид изнутри); е – торцевая стенка с отверстием для заливочного кармана; ж – каркас свода без футеровки и отверстия для нагревательных элементов (вид изнутри)

Футеровка миксеров (рис. 3) выполнена из огнеупорных и теплоизоляционных материалов. В футеровке миксеров в качестве огнеупорного материала используется специальный бетон, а теплоизоляционного материала – термоизоляционные плиты, прессованный глинозем, термостойкая бумага.

Футеровка свода и боковых стенок зафиксирована посредством анкерных соединений, выполненных при помощи «У»-образных анкеров, изготовленных из нержавеющей стали [9].

Геометрические размеры футеровки свода (при толщине футеровки 360 мм):

- литая изоляция толщиной 80 мм;
- термоизоляционные плиты толщиной 50 мм;
- бетон толщиной 230 мм с номинальным содержанием глинозема 50 %.

Геометрические размеры футеровки секций боковых стенок над уровнем расплава (при толщине футеровки 455 мм):

- литая изоляция толщиной 150 мм;

- термоизоляционные плиты толщиной 50 мм;

- бетон толщиной 255 мм с номинальным содержанием глинозема 50%.

Характеристика футеровки секций боковых стенок уровня расплава (при толщине футеровки 455 мм):

- термостойкая плотная бумага;
- литая изоляция толщиной 80 мм;
- термоизоляционные плиты толщиной 75 мм;
- бетон толщиной 300 мм с номинальным содержанием глинозема 80 %.

Характеристика футеровки подины и откосов (при толщине футеровки 505 мм):

- термостойкая плотная бумага;
- литая изоляция высокой плотности толщиной 155 мм;
- термоизоляционные плиты толщиной 50 мм;
- бетон толщиной 300 мм с номинальным содержанием глинозема 80 %.

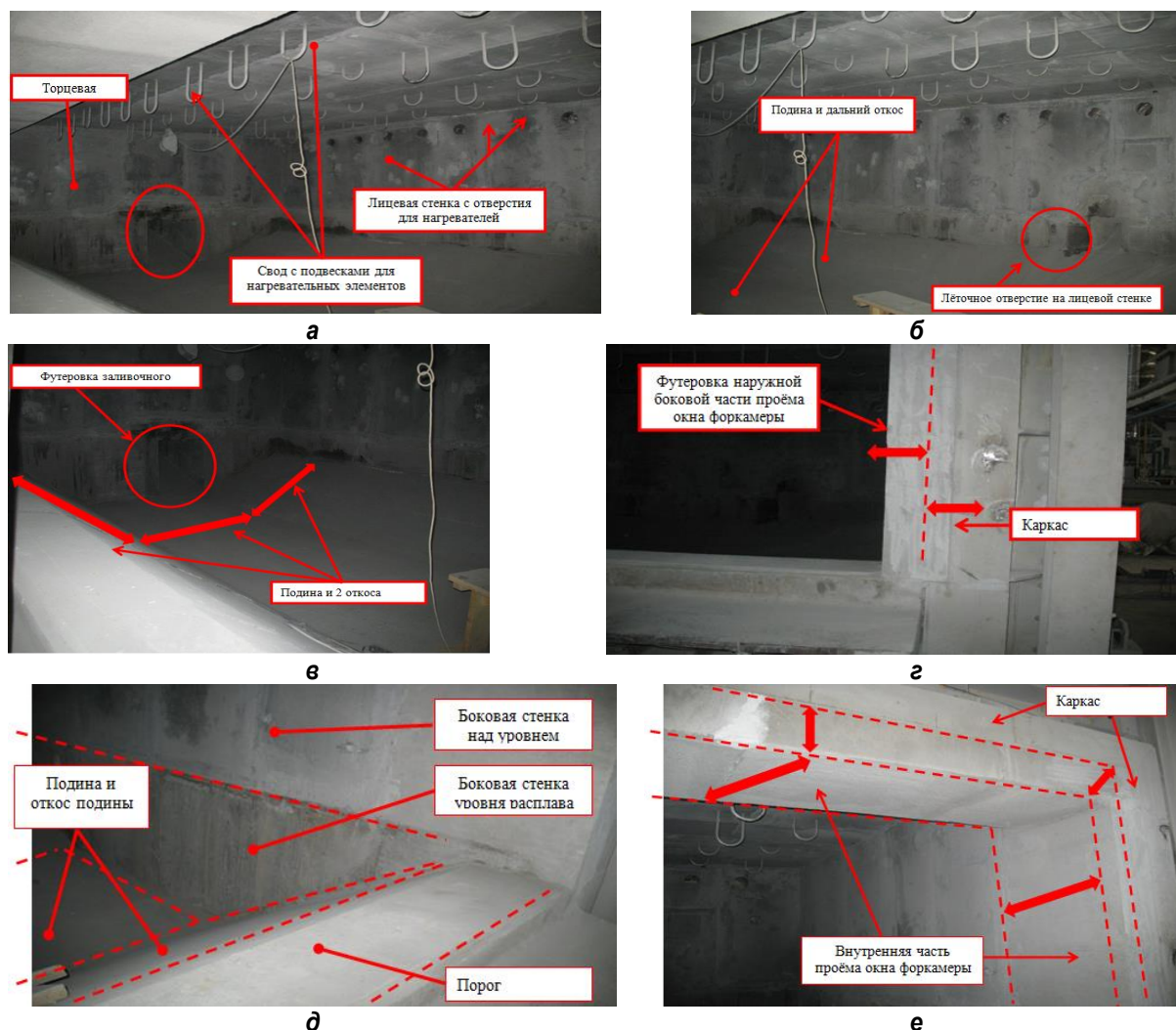


Рис. 3. Футеровка: а – общий вид; б – внутреннего пространства миксера (свод, откос подины и лицевая стенка с отверстиями летки и нагревателей); в – внутреннего пространства миксера (подина с откосами, лицевая и торцевая стенки); г – проема рабочего окна (форкамеры) миксера; д – проема рабочего окна (форкамеры) миксера (вид изнутри); е – проема рабочего окна (форкамеры) миксера

Характеристика футеровки двери форкамеры (при толщине футеровки 225 мм):

- термостойкая плотная бумага;
- литая изоляция средней плотности толщиной 175 мм;
- термоизоляционные плиты толщиной 50 мм;
- бетон толщиной 175 мм с номинальным содержанием глинозема 40 % и армированный прутками из нержавеющей стали.

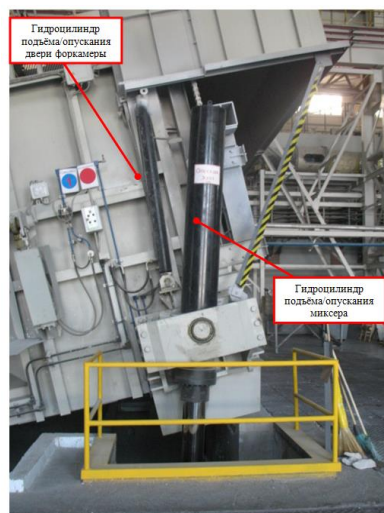
Для обеспечения работы гидравлического механизма поворота миксера, механизма перемещения двери рабочего окна (форкамеры) предусмотрен насосный агрегат (насосная станция) (рис. 4, а). В состав гидравлического механизма входит насосный блок с рабочей жидкостью гидросистемы (рис. 4, б). В состав

насосного агрегата включены насосы с постоянной производительностью (насосы постоянного объема), которые приводятся в действие электродвигателями. В составе насосного агрегата предусмотрены насосы для режима работы, режима ожидания (резервный насос) и для системы фильтрации (автономный насос).

Выполнение технологических операций в автоматическом режиме контролируется при помощи пропорционального клапана-дозатора для гидравлической системы. Управление плавным движением миксера во время разлива металла может обеспечиваться в полностью автоматическом режиме благодаря установленному лазерному датчику уровня расплавленного металла, расположенному в литейном лотке за носиком летки,



а



б

Рис. 4. Гидравлическая маслостанция миксера: а – общий вид; б – гидроцилиндры

через который осуществляется разливка металла из миксера. Выполнение поворота миксера в ручном режиме контролируется кнопками на пульте локального управления оборудованием. В случае аварии системы подачи энергопитания, миксер быстро возвращается в горизонтальное положение. В целях обеспечения безопасности в систему включен обратный клапан, предназначенный для предотвращения резкого и непреднамеренного хода штоков всех цилиндров при разрыве трубопровода гидравлической системы [10].

Карман для заливки металла оснащен обшитой футеровкой крышкой, закрепленной с помощью шарниров, и приводимой в действие посредством пневматического цилиндра (пневматический механизм открывания-закрывания).

Пневматический механизм поджима обеспечивает плотное прилегание двери форкамеры миксера к контуру дверного проема. Пневматические цилиндры поджима находятся в нижней части направляющих двери. Механизм гарантирует минимальный износ частей двери и дверной рамы, т. к. отсутствует механическое повреждение поверхностей вследствие трения при выполнении операций подъема и опускания двери.

Для опускания (поднятия) термопары в расплавленный металл предусмотрен пневмоцилиндр с кареткой и направляющей (рис. 5). Термопара прикрепляется к каретке, колеса каретки перемещаются по направляющим и термопара автоматически извлекается из пространства ванны при каждом открывании двери форкамеры. Циклическое введение термо-

пары в миксер и ее отвод из ванны миксера позволяет увеличить срок ее службы.

Используемые в миксере термопары необходимы для измерения температуры расплава металла в ванне миксера и воздушного пространства в своде миксера. Через фактические значения температур от термопар осуществляется регулировка температуры в миксере, необходимой для технологического процесса.

В миксере САМП-60 используется два типа термопар:

- термопара погружная для измерения фактической температуры расплава в ванне миксера (1 шт.);
- термопара подвесная для измерения фактической температуры воздушного пространства миксера (4 шт.).

Термопара погружная обеспечивает измерение температуры расплава в ванне миксера. Данная термопара представляет собой термопару с защитным каркасом (футляром), с высоким уровнем сопротивления температурному износу. На торцевой стенке миксера находится стационарная установка погружной термопары с механизмом ее перемещения. Термопара погружается в расплав через отверстие в торцевой стенке каркаса миксера.

Термопары подвесные в пространство миксера введены через свод миксера и измеряют температуру воздушного пространства миксера в четырех его зонах подсводного пространства. Эти термопары являются стационарными и выводятся из пространства миксера только в случае их замены.



Рис. 5. Пневматические цилиндры: а – погружной термодатчик; б – крышки заливного кармана; в – прижима двери форкамеры

Указанные термодатчики подключены к нормирующим преобразователям, расположенным в электротехническом шкафу, помещенном непосредственно на миксере.

Заключение

Таким образом, миксер САМП-60 является сбалансированным агрегатом, играющим большую роль в алюминиевой промышленности при производстве различной продукции из алюминия-сырца. Миксер состоит из каркаса, футеровки, электрической части, гидравлической и пневматической систем.

Служит для приема алюминия-сырца из электролизного производства, корректировки и поддержания температуры расплава, корректировки химического состава расплава, переплава отходов собственного производства и подачи расплава к установке разлива. Управление миксером САМП-60 автоматизировано, что позволяет сократить трудозатраты при производстве и достичь высоких показателей в области безопасности технологического оборудования.

Список источников

1. 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.
2. Бажин В.Ю., Смольников А.Д., Петров П.А. Концепция энергоэффективного производства алюминия «Электролиз 600+» // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2016. № 5 (47). Ч. 3. С. 37–40. <https://doi.org/10.18454/IJRJ.2016.47.113>.
3. 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 (136). С. 225–239. <https://doi.org/10.21285/1814-3520-2018-5-225-239>.
4. 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>.
5. Немчинова Н.В., Бараускас А.Э., Тютрин А.А., Вологин В.С. Переработка мелкодисперсного техногенного сырья производства алюминия с целью извлечения ценных компонентов // *Известия вузов. Цветная металлургия*. 2021. № 5. С. 38–49. <https://doi.org/10.17073/0021-3438-2021-5-38-49>.

6. 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>.
7. Напалков В.И., Черепок Г.В., Махов С.В., Черновол Ю.М. Непрерывное литье алюминиевых сплавов. М.: Интермет Инжиниринг, 2005. 511 с.
8. Гильманшина Т.Р., Мамина Л.И., Довженко Н.Н., Сидельников С.Б., Беляев С.В., Падалка В.А. [и др.]. Конструкции и принцип работы оборудования для изготовления слитков из алюминия и его сплавов. Красноярск: СФУ, 2012. 238 с.
9. Темеров А.А., Тимофеев В. Н., Михайлов Д.А. Повышение надежности и эффективности систем электронагрева электрических миксеров и внепечного оборудования // Цветные металлы: сб. научн. статей. Красноярск: ООО «Версо», 2011. С. 634–639.
10. Волченков В.Л., Аносов В.Ф., Тепикин С.В., Шелковников Ю.П., Канин Д.И. Развитие литейного производства на алюминиевых заводах // Цветные металлы. 2009. № 2. С. 55–58.

Информация об авторах / Information about the Authors**Наумкин Роман Ильич,**

магистрант,
Институт высоких технологий,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация
naumkin_roman@bk.ru

Roman I. Naumkin,

Undergraduate,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
naumkin_roman@bk.ru

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

Nina V. Nemchinova,

Dr. Sci. (Eng.), Professor,
Head of the Department
of Non-Ferrous Metals Metallurgy,
Institute of High Technologies,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russia Federation
ninavn@yandex.ru

Молодежный вестник ИрГТУ

Сетевое издание

Том 14 № 1 2024

Редакторы Т.К. Кувайшина
И.П. Маркина
Верстка Ф.А. Посысоевой

Выход в свет 29.03.2024 г.
ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83