

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»  
(ТвГТУ)

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАЗРАБОТКИ  
СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ**

**Часть 2**

*Материалы Всероссийской (национальной)  
научно-практической конференции  
2023 г., Тверь*

Тверь 2023

УДК 332+316+621+69+66  
ББК 65+60.5+34.4/.5+35.10

Теоретические исследования и экспериментальные разработки студентов и аспирантов: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 2023 г., Тверь: в 2 ч. / под ред. Т.Б. Новиченковой. Тверь: Тверской государственный технический университет, 2023. Ч. 2. 156 с.

Включенные в сборник материалы отражают результаты научных исследований, выполненных студентами и аспирантами. В статьях рассмотрены как фундаментальные вопросы технического, гуманитарного и социально-экономического характера, так и прикладные аспекты изучаемых проблем.

Состоит из шести секций: «Проблемы социально-экономического развития региона», «Проблемы добычи, переработки природных ресурсов и защиты окружающей среды», «Производство строительных материалов, строительство и строительные технологии», «Энергетика и энергосбережение», «Информационные технологии, программное обеспечение и системы автоматизации в промышленном производстве», «Социогуманитарные исследования».

ISBN 978-5-7995-1287-3  
ISBN 978-5-7995-1299-6

© Тверской государственный  
технический университет, 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

### **1. Проблемы социально-экономического развития региона**

Васькова А.П. О ПРОБЛЕМАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА .....	7
Карцева В.В., Вердиханова В.В. ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ .....	11
Павлова П.О., Карцева В.В. АНАЛИЗ РЫНКА ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ ГОРОДА ТВЕРИ (I КВАРТАЛ 2023 ГОДА) .....	17
Разиньков П.И., Разинькова О.П., Конфеткина Н.А. ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ .....	22
Шарапова А.В., Мутовкина Н.Ю. МЕРЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА В УСЛОВИЯХ НЕБЛАГОПРИЯТНОЙ ГЕОПОЛИТИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ .....	28

### **2. Проблемы добычи, переработки природных ресурсов и защиты окружающей среды**

Пинчук В.Р., Михальчук М.Н., Пухова О.В. ВЛИЯНИЕ ОСУШЕНИЯ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА КЛИМАТ .....	36
---	----

### **3. Производство строительных материалов, строительство и строительные технологии**

Егоров А.Р., Трофимов В.И., Петропавловская В.Б., Новиченкова Т.Б. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДИСПЕРСНОГО ПОЛИАРМИРОВАНИЯ ДОРОЖНОГО БЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ НИЗКОМОДУЛЬНОЙ И ВЫСОКОМОДУЛЬНОЙ ФИБРОЙ .....	45
Мицкевич А.С., Курятников Ю.Ю., Трофимов В.И., Новиченкова Т.Б. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ БЕТОНОВ .....	56
Сизов Ю.В., Аполлонов И.А. СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ С СОВМЕСТНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДРЕВЕСИНЫ И МЕТАЛЛА .....	61
Шиббаева Д.В., Новиченкова Т.Б, Петропавловская В.Б., Курятников Ю.Ю. ГИПСОКОСТРОБЕТОН – МАТЕРИАЛ БУДУЩЕГО .....	66

### **4. Энергетика и энергосбережение**

Макаров А.Н., Гурина М.К., Михайлов Д.Н. ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ .....	72
Макаров А.Н., Михайлов Д.Н., Гурина М.К. ПРИМЕНЕНИЕ ЭКЗОСКЕЛЕТОВ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ .....	78

## **5. Информационные технологии, программное обеспечение и системы автоматизации в промышленном производстве**

Алексеев А.Д. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НАКЛАДЫВАЕМЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ НА АДЕКВАТНОСТЬ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОЛЕТА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА .....	83
Большаков С.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАИВНОГО БАЙЕСОВСКОГО КЛАССИФИКАТОРА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ ПРОФИЛЕЙ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ .....	86
Великов Д.А. РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ В GPSS .....	91
Горовой А.С. РАСПОЗНАВАНИЕ ДОСКИ ИГРЫ ГО НА ИЗОБРАЖЕНИИ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ .....	96
Гуляев А.В. НОВЫЙ ПОДХОД К ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ НА GPU .....	99
Казимиров С.И., Мальков А.А. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ API ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОСТНАПРЯЖЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	103
Минаков Е.Д. РАЗРАБОТКА КЛАСТЕРИЗАЦИИ КАТЕГОРИАЛЬНЫХ ДАННЫХ МЕТОДОМ SLOPE .....	106

Некрасова И.Ю. МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ .....	113
Петров К.Е. РАЗРАБОТКА СУБД НА ОСНОВЕ ОБЪЕКТНОГО ЗАПРОСА .....	117
Полищук И.С., Сидорова Ю.В., Сидоров К.В. РАЗРАБОТКА ПОРТАТИВНОГО ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФА .....	122
Чугунов А.А. АНАЛИЗ СТРУКТУР НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ СПАМА .....	130
Шиманский А.С. РАССМОТРЕНИЕ МЕТОДА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ DATA MINING С ПОМОЩЬЮ ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ .....	136
<b>6. Социогуманитарные исследования</b>	
Карцева В.В., Гашунина Ю.Р. ПРОБЛЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ НАЛОГОВОЙ СИСТЕМЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ .....	139
Карцева В.В., Кербунова М.А. НАЛОГИ КАК СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ .....	144
Котикова М.Ф., Ханьгин Д.А., Смирнова Е.А., Шишаев Д.С. ЭВОЛЮЦИЯ ПРОСТРАНСТВА ШКОЛ В КОНТЕКСТЕ ПЛАНИРОВОЧНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К НИМ .....	149

# 1. ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

УДК 349.41

## О ПРОБЛЕМАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА

А.П. Васькова

© Васькова А.П., 2023

*Аннотация.* В статье проанализированы некоторые проблемы, возникающие при установлении кадастровой стоимости земельного участка, рассмотрена процедура изменения данной стоимости как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения. Объектом исследования стали общественные отношения, складывающиеся в связи с установлением и изменением кадастровой стоимости земельного участка.

*Ключевые слова:* кадастровая стоимость, рыночная стоимость, оценка земли, оспаривание кадастровой стоимости земельного участка, земельный налог.

Очень важным элементом, без которого нельзя начислять земельный налог, является кадастровая стоимость земельного участка.

Кадастровая стоимость – это стоимость, представляющая собой альтернативный вариант рыночной стоимости, когда нет технической возможности провести оценку отдельно каждого земельного участка и принять во внимание его различные особенности [5]. В основе кадастровой стоимости лежит разделение земли на категории и вид использования. Для ее определения реализуется государственная кадастровая оценка земель. Кадастровая стоимость земель выступает основной мерой, обуславливающей экономическую результативность использования, а также расходы на содержание и приобретение земельных участков.

Любая недвижимость в стране, будь то земельный участок или любое построенное на нем сооружение, облагается налогом, который имеет зависимость от ценности самого объекта [2].

Необходимо отметить, что принципы установления инвентаризационной и кадастровой стоимости на сегодняшний день в отдельных случаях незначительно различаются. Введение налогообложения в зависимости от кадастровой стоимости земельных участков привело к

увеличению последней в разы в сравнении с той, которая рассчитывалась на основе инвентаризационной стоимости. Согласно Федеральному закону от 03.07.2016 № 237-ФЗ (ред. от 19.12.2022) «О государственной кадастровой оценке» (с изм. и доп., вступ. в силу с 11.01.2023), кадастровую стоимость по общему правилу определяет соответствующее федеральное государственное бюджетное учреждение (так называемое ФГБУ). Оно осуществляет эту работу, пользуясь «методом массовой оценки».

Тем не менее применение указанного метода в некоторых случаях приводит к ошибкам в определении кадастровой стоимости, вследствие чего землепользователям приходится оспаривать ее. В сущности, происходит ситуация, когда после ознакомления с отчетом кадастровой стоимости собственники, землевладельцы часто приходят к заключению о ее завышении. Некорректное определение кадастровой стоимости на практике приводит к ощутимым финансовым потерям владельцев. В связи с этим появляется необходимость в оспаривании результатов кадастровой оценки.

Процедура изменения (уменьшения) кадастровой стоимости затратна по времени и предполагает существенные издержки. В ней предусмотрено несколько этапов. До начала процедуры лучше заранее узнать, имеется ли вообще возможность положительного исхода. Для этого понадобится обратиться в оценочную компанию и представить все необходимые документы. По результатам оценки документации будет принято решение о согласии с определенной государством кадастровой стоимостью либо установлено, каким образом задача будет решена (при этом будет определен реальный размер стоимости).

Результаты определения государственной кадастровой стоимости могут быть обжалованы в суде и в комиссии, которая рассматривает споры о результатах определения кадастровой стоимости. Обратиться в суд или комиссию по своей воле могут только физические лица. Что касается юридических лиц, то порядок оспаривания у них другой. Вначале они должны обратиться в комиссию, а уже потом – в суд.

Инициаторами оспаривания во всех случаях выступают как владельцы, так и арендаторы земельных участков:

юридические и физические лица, если результаты определения кадастровой стоимости затрагивают их права и обязанности;

органы государственной власти, органы местного самоуправления в отношении объектов недвижимости, находящихся в государственной или муниципальной собственности.

В список указанных истцов также внесены лица, владеющие земельными участками на праве постоянного (бессрочного) пользования, на праве пожизненного наследуемого владения, а также лица, не имеющие

оформленных прав на земельный участок, но владеющие на праве собственности объектами недвижимости, расположенными на участках.

Если обратиться к юридической практике, то можно увидеть, что часто происходят расхождения между кадастровой и рыночной стоимостью (до 60 %).

Снижение кадастровой стоимости осуществляется путем оспаривания, т.е. через признание ее уполномоченным органом равной размеру рыночной стоимости.

При увеличении кадастровой стоимости земельного участка увеличивается и земельный налог. Получается, что некоторые землевладельцы начинают ощущать трудности при содержании земельного участка, а юридические лица и индивидуальные предприниматели затрудняются финансировать новые инвестиционные проекты.

Завышение кадастровой стоимости в связи с изменениями рыночной конъюнктуры является одним из факторов несовершенства в системе земельного налогообложения. Поскольку Россия обладает огромной территорией, земля является важнейшим объектом налогообложения. Земельный налог занимает значительную часть бюджетной системы Российской Федерации. Необходимо отметить, что в механизме взимания самого земельного налога имеются свои особенности.

По данным ФНС России, в конце июля 2022 года (в ходе статистических проверок) было установлено, что в период с 2018 по 2022 гг. налогоплательщики совершили большое количество нарушений, связанных с уплатой земельного налога [2]. Основные причины:

- ошибки в расчете земельного налога;

- несоответствие оценки земли с кадастровой и применение старых значений при расчетах;

- неправильное определение точного срока владения землей в соответствии с налоговым периодом;

- спорные моменты с определением статуса и изначального предназначения участка [3].

Как и в любом государстве, в России существуют проблемы в сфере налогов, а именно в сфере земельного. Это обычное явление, так как налоги являются важной составляющей любого государства. Граждане должны взаимодействовать друг с другом и помогать государству в решении этих проблем.

Если учитывать значимость объективной государственной кадастровой оценки недвижимости, важность установления справедливой и экономически обоснованной системы налогообложения недвижимого имущества, то для решения поставленных проблем необходимо:

- разработать отечественное унифицированное программное обеспечение, которое позволит осуществлять сбор, обработку, систематизацию,

накопление информации об объектах недвижимости и определять кадастровую стоимость;

сократить срок подготовки органами Росреестра перечней объектов недвижимости, подлежащих государственной кадастровой оценке;

установить единый порядок определения вида фактического использования объекта недвижимости;

создать условия для оперативного исправления ошибок, выявленных в Едином государственном реестре недвижимости.

### **Библиографический список**

1. Генгерский И.А., Матвеева А.В. Нормативно-правовое регулирование проведения кадастровой оценки земель // Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений: сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции. Краснодар: ООО «Эпомен», 2019. С. 182–190.

2. Егоров Е.В. Проблемы определения кадастровой стоимости земли при имущественном налогообложении // Молодой ученый. 2019. № 25 (263). С. 200–202.

3. Ламбринаки Л.А. К вопросу об оценке земель по кадастровой стоимости в целях налогообложения // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. 2019. № 4. С. 394–397.

4. Кивачицкая Е.М. Применение методов массовой оценки при определении кадастровой стоимости земель историко-культурного назначения // Успехи современной экономики. 2019. № 6. С. 145–151.

5. Седаев П.В., Чадаева О.В. Анализ проблем применения кадастровой и рыночной стоимости в качестве налогооблагаемой базы по земельному налогу // Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития. 2014. № 18. С. 86.

6. Тедер А.В., Козлова К.Н. Ключевые проблемы в совершенствовании земельного налога // Известия Великолукской ГСХА. 2017. № 3. С. 62–67.

7. Федотова Т.А., Баронин С.А., Попова И.В. Анализ современных особенностей методики оценки кадастровой стоимости // Налоги и налогообложение. 2019. № 3. С. 24–32.

8. Итоги выборочного обследования рабочей силы. 2019 год: сборник Росстат. URL: <https://www.gks.ru/compendium/document/13265> (дата обращения: 25.12.2019).

## ABOUT THE PROBLEMS OF DETERMINING THE CADASTRAL VALUE OF A LAND PLOT

A.P. Vaskova

**Abstract.** *The article analyzes some problems of establishing the cadastral value of a land plot, the procedure for changing this value both downward and upward. The object of the study is the social relations that develop in connection with the establishment and change of the cadastral value of the land plot.*

**Keywords:** *cadastral value, market value, land valuation, contesting the cadastral value of a land plot, land tax.*

Об авторе:

Васькова Александра Павловна – ведущий специалист учебно-методического отдела УМУ, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: alpv\_vaskova@mail.ru

Научный руководитель – Артемьев Алексей Анатольевич – доктор экономических наук, доцент, проректор по НИИД, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: aaartemev@rambler.ru

About the author:

Vaskova Alexandra Pavlovna – Leading Specialist of Educational and Methodological Management, Tver State Technical University, Tver. E-mail: alpv\_vaskova@mail.ru

Research manager – Artemyev Alexey Anatolyevich – Doctor of Economics, Associate Professor, Vice-Rector for NIID, Tver State Technical University, Tver. E-mail: aaartemev@rambler.ru

УДК 338:69

## ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

В.В. Карцева, В.В. Вердиханова

© Карцева В.В., Вердиханова В.В., 2023

**Аннотация.** *В статье приведены теоретические аспекты изучения инвестиционной привлекательности недвижимого имущества. Проанализированы преимущества инвестирования в недвижимость. Выявлены*

*некоторые проблемы, возникающие при инвестировании, а также предложен ряд решений для стабильности не только вложений, но и рынка недвижимости.*

***Ключевые слова:** рынок недвижимости, инвестирование, спрос, предложение, доход.*

Рынок недвижимости, выступая важнейшим инструментом инвестирования, имеет свои особенности. Он является наиболее экономически привлекательной и выгодной областью вложений [1]. Участники рынка понимают надежность вложения финансов в недвижимость, поэтому все более актуальным становится анализ рынка недвижимости с точки зрения инвестиционной привлекательности.

Чтобы изначально установить, какой эффективностью будет обладать определенная инвестиция, нужно рассчитать инвестиционный проект. Такой проект обосновывает сроки окупаемости вложений, их объем, экономическую эффективность. Недвижимость была и остается сдерживающим звеном обесценивания денежных средств и крайне выгодна в плане снижения рисков инвестирования.

Непрерывный рост и развитие – вот основные характеристики рынка недвижимости. Это связано с тем, что земля непрерывно дорожает, а ее неотделимые улучшения беспрестанно изменяются, перепрофилируются, реконструируются. Кроме этого, постоянно строятся новые здания и сооружения.

Стоит отметить, что вложения средств в отечественную недвижимость очень сильно влияют на общий уровень экономического развития, особенно в нынешних условиях. После анализа информации, доступной в открытых источниках, а также изучения теоретических материалов по теме можно сделать вывод, что инвестирование в РФ имеет ряд особенностей (преимуществ):

1) инвестор получает права на недвижимость в момент приобретения самой недвижимости, но многие объекты, в которые можно вложить свои инвестиции, не влекут за собой права собственности;

2) инвестиции в недвижимость способны давать большую отдачу со временем, поэтому можно говорить о перспективности вложений;

3) вложенные в недвижимость средства сохраняются более надежно: они не подвергаются инфляции, их нельзя похитить или потерять;

4) ликвидность инвестиций в недвижимость в нашей стране по-прежнему высокая, так как спрос на объекты недвижимости полностью не удовлетворен;

5) при финансировании операций с недвижимостью часто привлекаются средства населения, которое является более платежеспособным, если сравнивать с государством или предприятиями;

б) инвестирование в недвижимость способствует повышению благосостояния среднего класса страны;

7) инвесторы могут быть заинтересованы не только в получении дохода от вложений, но и в комфортных условиях проживания, престижности объекта и т.д.

При рассмотрении темы исследования выявлена одна из проблемных точек инвестирования на рынке недвижимости – реконструкция общежитий. С точки зрения заинтересованности можно условно разделить стороны на две большие группы:

1) инвесторы;

2) граждане, проживающие в общежитиях.

Интерес для инвесторов представляют объекты, расположенные в районах с более коротким сроком окупаемости вложений (например, в историческом и туристическом центрах). Реконструкция зданий подобного плана не только окупаема, но и приносит достойную прибыль инвестору. В другом случае объекты могут находиться в промзоне или на окраине. Эти факторы снижают рыночную стоимость такого жилья, что, как следствие, невыгодно для инвестирования, но необходимо проживающим.

Если инвестор все же заинтересован в объекте, появляется проблема расселения людей, проживающих в доме, который необходимо реконструировать. В некоторых случаях подготовка и реализация проекта убыточна, так как этапы реконструкции, а также поиск подходящего жилья крайне дороги. Предлагается следующее решение:

1) разработка на законодательном уровне порядка расселения и предоставления людям альтернативного жилья;

2) частичная компенсация расходов переселенцев из реконструируемых объектов за счет бюджетных средств.

Инвесторам в первую очередь важна свободная земля, т.е. земельные участки, поэтому еще один выход из положения заключается в надстройке этажей. Есть и минусы: бумажная волокита, сопротивление граждан, первоначальные затраты на ремонт всего дома [2].

Тема инвестирования в российскую недвижимость широко обсуждается. Так, в 2018 г. в сети Интернет было официально опубликовано интервью с различными российскими специалистами в сфере недвижимого имущества. На основе их ответов можно сделать выводы:

а) для инвестирования в недвижимость необходимо выбрать привлекательное местоположение;

б) требуется учесть ситуацию на рынке по данному виду недвижимости (провести анализ конкурентов);

в) следует подобрать наиболее эффективные материалы для строительства;

г) необходимо установить требования к будущему объекту инвестирования.

Кроме вышеназванного, нужно определиться с экономией средств и будущими покупателями. Инвестировать средства лучше в небольшую недвижимость с хорошим видом и расположением. При этом эксперты неоднозначно относятся к вложениям в элитную недвижимость. Она зависима от кризиса, поэтому лучше вложиться в эконом- или комфорт-класс. При сложившейся ситуации, связанной с негативным отношением американских партнеров к России, эксперты советуют инвестировать в объекты недвижимости, расположенные на нашей территории. Инвестиционная привлекательность объектов недвижимости в России – это огромный развивающийся рынок, что очень важно для российской экономической стабильности в период непрекращающихся санкций со стороны западных стран [3]. К тому же получить доход от недвижимости в данной сфере могут не только крупные организации, но и простые граждане. Благодаря этому увеличивается благосостояние населения нашей страны. Таким образом, развитию указанного сектора необходимо уделить особое внимание, поскольку он является довольно перспективным.

Для принятия решения об инвестировании необходимо учесть влияние различных факторов на инвестиционную привлекательность конкретного объекта. Исследованием этих факторов занимались и занимаются сегодня многие специалисты-практики. Среди таких экономистов Дж. Фридман и Н. Ордуэй, которые в своей работе «Анализ и оценка приносящей доход недвижимости» выделили основные факторы, используемые многими экспертами при анализе привлекательности инвестирования в определенный объект недвижимости. Подобными факторами являются [2]:

1. Местоположение недвижимости. Престижность местоположения зависит от экономической среды (если на соседнюю недвижимость будет высокая цена, то и цена планируемого объекта будет соответствующей). Таким образом, новый объект тоже формирует эту среду.

2. Соответствие стандартам рынка. Характеристики недвижимости (архитектура, коммуникации и удобства) должны отвечать рыночным потребностям, ожиданиям рынка.

3. Анализ спроса и предложения. На рынке недвижимости должен быть определенный баланс, чтобы инвестирования в определенную недвижимость не были убыточными.

4. Конкуренция. Увеличение прибыли, связанной с определенным видом недвижимости, активизирует деятельность конкурентов. Из-за этого растет предложение данного вида недвижимости на рынке и дальнейший доход снижается.

5. Ожидаемый доход. Это главный фактор привлекательности инвестирования в недвижимость, основной стимул для инвестора, так как целью является получение прибыли, выгод. В данный фактор входит и

такое понятие, как риск (т.е. вероятность того, что у инвестора не будет ожидаемой прибыли).

Конечно, это далеко не полный список факторов, играющих важную роль в принятии решений инвестором, однако он является основным. Анализ даже этих факторов займет много времени, к тому же нет точных значений для анализа каждого из них, чтобы по итогу можно было уверенно сказать, нужно ли инвестировать в данный проект недвижимости или же стоит выбрать другой вариант.

Таким образом, главная проблема оценки привлекательности инвестирования в недвижимость заключается в том, что нет четких границ при прогнозировании успеха проекта, имеются большие риски для инвестора. Существующие по аналогии с рынками других стран коэффициенты, по которым прогнозируются дальнейшие результаты, не дают исчерпывающей картины.

Обостряет указанную проблему то, что российский рынок недвижимости развивается, растет интерес инвесторов к внутренним объектам инвестирования. Инвестирование в недвижимость внутри страны – мощный рычаг развития экономики.

На сегодняшний день существует большое количество литературных источников (с множеством формул, понятий и т.д.), в которых разбирается вопрос о том, как оценить объект для инвестирования. При этом, как говорилось ранее, большая доля инвесторов – обычные граждане. Можно представить такую ситуацию: человек имеет средства, желает их инвестировать в недвижимость, но не знает, какой проект лучше выбрать. Для принятия решения он изучает литературу, в которой большой объем информации для него непонятен. В результате человек не может выбрать проект и остается несостоявшимся инвестором. Тут появляется следующая проблема – сложность анализа при принятии решения.

Таким образом, на примере вышеописанных проблем можно увидеть, что рынок недвижимости теряет возможность получить инвестиции. Это затормаживает его развитие. Чтобы решить данный вопрос, следует рассмотреть предложение о разработке единой системы для анализа проекта.

Первой особенностью системы является максимальная близость в прогнозировании к будущим реалиям, т.е. система должна охватывать как можно больше факторов, на основе которых будут принимать решения инвесторы с разным уровнем доходов. Анализ должен показывать четкую картину для уменьшения будущих рисков и оптимизации прибыли.

Вторая особенность системы – ясность показателей и анализа для человека со средним уровнем образования. Система должна быть не только максимально полной, но и максимально простой. Такая особенность важна для обычного населения, владеющего свободными ресурсами для инвестирования.

Рассмотрение любого проекта недвижимости в целях дальнейшего его инвестирования требует всестороннего анализа и оценки для принятия верного решения. Правильно принятое решение создает большую вероятность получения ожидаемого дохода, что и является главной целью инвестирования. Необходимо уделить рынку недвижимости должное внимание, особенно имеющимся проблемам. Повышение привлекательности объектов недвижимости позволит заинтересовать новых инвесторов.

### **Библиографический список**

1. Брюханова Г.А., Яременко Н.Н. Состояние рынка недвижимости на современном этапе. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-rynka-nedvizhimosti-na-sovremennom-etape> (дата обращения: 21.02.2023).
2. Черемисина Т.П. Новые тренды в строительстве и управлении жилой недвижимостью // Мир экономики и управления. 2019. URL: <https://cyberleninka.ru/article/pdf> (дата обращения: 21.02.2023).
3. Оценка инвестиционной привлекательности объекта недвижимости. URL: <https://studfile.net/preview/16568014/page:43/> (дата обращения: 21.02.2023).

## **ASSESSMENT OF INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF REAL ESTATE OBJECTS**

**V.V. Kartseva, V.V. Verdikhanova**

***Abstract.** The article presents theoretical aspects of the study of investment attractiveness on the example of real estate. The advantages of investing in real estate are analyzed. The problems arising during the implementation of investments are identified, and a number of solutions for the stability of not only investments, but also the real estate market are proposed.*

***Keywords:** real estate market, investment, demand, supply, income.*

Об авторах:

Карцева Вера Викторовна – кандидат экономических наук, доцент кафедры геодезии и кадастра, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: vera.v.kartseva@gmail.com

Вердикханова Влада Владиславовна – магистрант, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: vladaverd@mail.ru

About the authors:

Kartseva Vera Viktorovna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Geodesy and Cadastre, Tver State Technical University, Tver. E-mail: vera.v.kartseva@gmail.com

УДК 339.13:338.5:347.214.2(470.331)

## АНАЛИЗ РЫНКА ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ ГОРОДА ТВЕРИ (I КВАРТАЛ 2023 ГОДА)

П.О. Павлова, В.В. Карцева

© Павлова П.О., Карцева В.В., 2023

**Аннотация.** В статье на основе данных интернет-сервиса «Авито» проведен анализ рынка жилой недвижимости города Твери в I квартале 2023 года. Исследована социально-экономическая ситуация в стране, влияющая на рынок недвижимости. По имеющимся данным интернет-сервиса «Авито» построены диаграммы, характеризующие состояние рынка недвижимости города Твери.

**Ключевые слова:** рынок недвижимости, новостройка, квартира, цена квадратного метра, спрос, предложение, Тверь.

Геополитическая ситуация в мире повлияла на все сферы жизни людей. Сложный во всех смыслах 2022 год отразился и на рынке недвижимости. В начале весны цены на жилье и его аренду резко выросли. Это можно увидеть на графике (рис. 1), составленном цифровой платформой Restate [1].

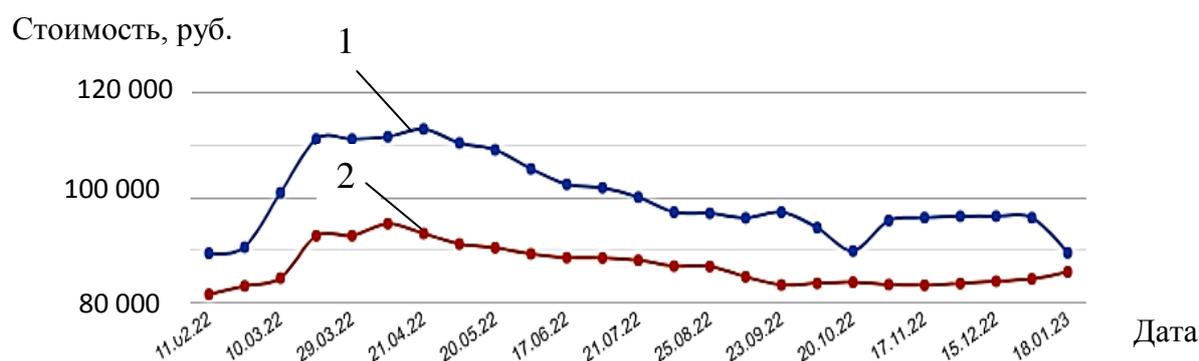


Рис. 1. Динамика изменения цены 1 м<sup>2</sup> квартир в новостройках и во вторичном сегменте жилой недвижимости за 2022 год:  
1 – квартиры в новостройках и жилых комплексах;  
2 – квартиры (вторичный рынок)

После начала специальной военной операции и введения санкций западными странами тверичане стали задумываться о том, как сохранить накопленные средства. Наиболее надежным средством, по общему мнению, является недвижимость. В результате средняя цена 1 м<sup>2</sup> жилья резко пошла вверх и к концу I квартала 2022 года достигла 102 тысяч рублей. В Твери, например, однокомнатная квартира площадью 30 м<sup>2</sup> обходилась покупателю более чем в 3 миллиона рублей. Для сравнения – удельная цена 1 м<sup>2</sup> в начале 2021 года составляла около 60 тыс. руб. В других городах Тверской области скачок также наблюдался с 30 тысяч рублей за 1 м<sup>2</sup> до 60 [4].

«Рост стоимости жилья в Твери в I квартале 2022 года был одним из самых высоких в России. Тверь во всех графиках и таблицах фигурировала как лидер по формированию цен на недвижимость и на первичном, и на вторичном рынках. При этом спросом пользовались в основном однокомнатные квартиры», – говорит доцент кафедры государственного управления ТвГУ, кандидат экономических наук, оценщик недвижимости Надежда Пилипчук [2].

Анализируя данные интернет-сервиса «Авито», можно согласиться со следующей фразой Н. Пилипчук: «На вторичном рынке по-прежнему пользуются спросом "однушки", но вектор сдвигается в сторону "двушек", что можно объяснить господдержкой семей с двумя и более детьми». Сейчас двухкомнатные квартиры составляют около 40 % от общего количества объявлений, далее по количеству предложений идут однокомнатные квартиры – около 30 % от общего количества объявлений, размещенных на «Авито» (рис. 2, 3) [3].

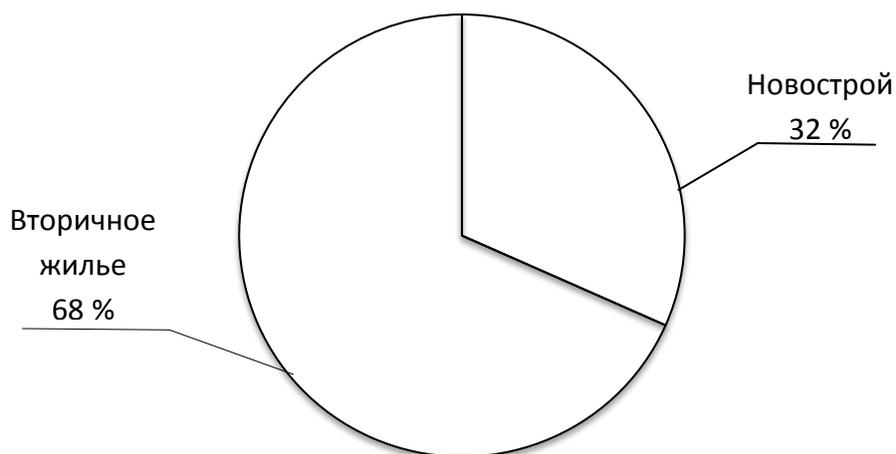


Рис. 2. Соотношение объявлений о продаже первичного и вторичного жилья в городе Твери по состоянию на январь 2023 года

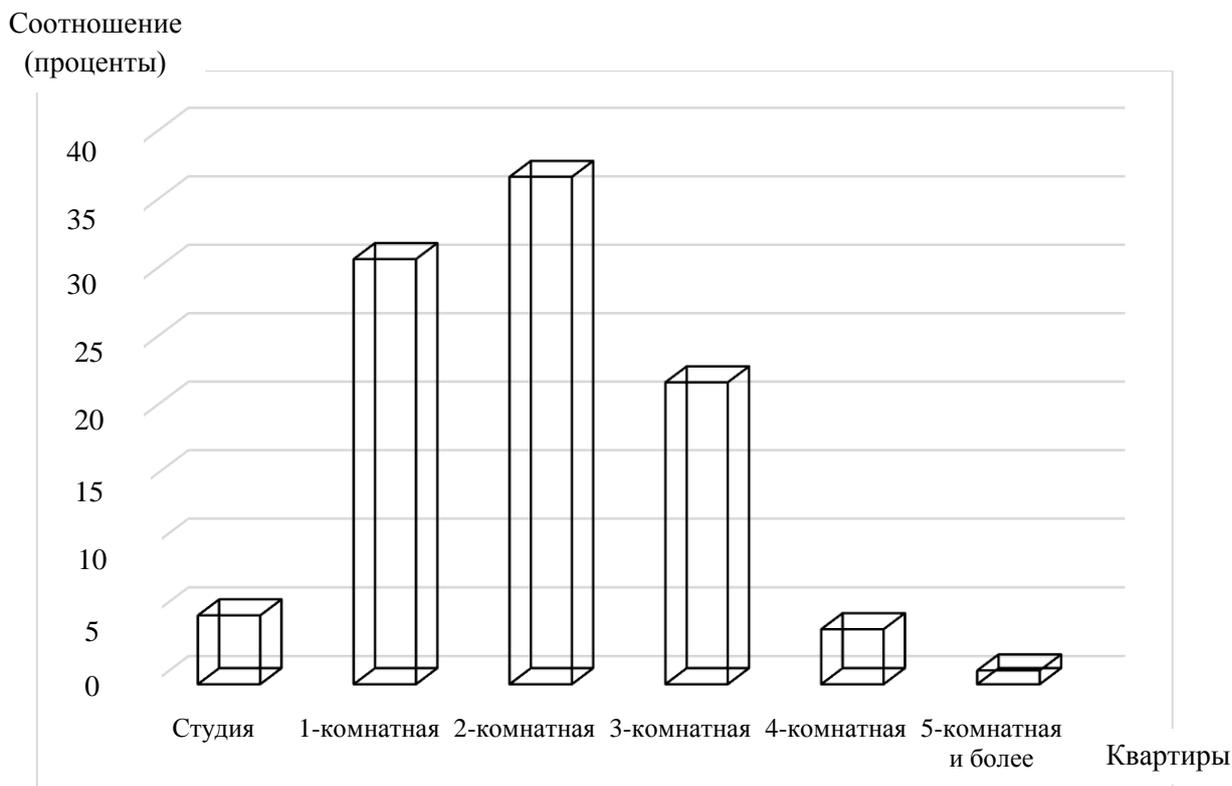


Рис. 3. Соотношение объявлений о продаже различного типа квартир вторичного рынка жилья в городе Твери по состоянию на январь 2023 года

Сравнивая полученные данные с данными рынка недвижимости в марте 2021 года, можно заметить рост предложения вторичного жилья на 1%. Объявления о продаже двухкомнатных квартир по-прежнему популярны [4].

Цифровая платформа Restate представила график динамики цен на индивидуальные дома/дачи/коттеджи (рис. 4) [1].

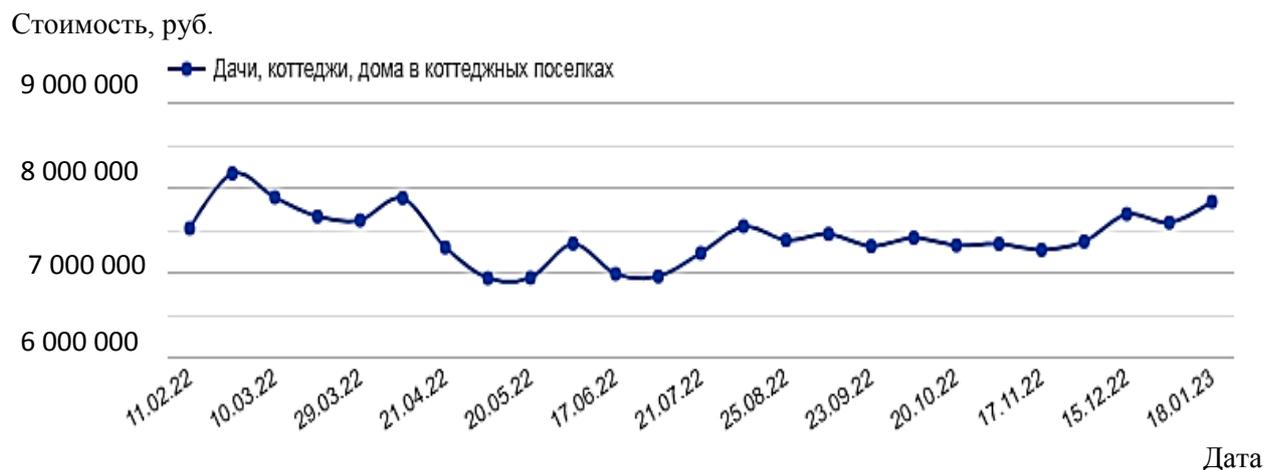


Рис. 4. Динамика изменения стоимости индивидуальных домов/дач/коттеджей в 2022 году

Можно отметить (см. рис. 4), что динамика стоимости указанных видов недвижимости была более «спокойной» (на графике нет резких перепадов). Возможно, это связано с тем, что повсеместные ограничения,

установленные из-за распространения новой коронавирусной инфекции, были сняты, следовательно, стабилизировались спрос и предложение. Этого не происходило в 2021 году. Тогда спрос на загородное жилье вырос почти на 50 % [4].

Сейчас объявления о продаже домов, коттеджей, дач занимают около 20 % от всей массы. Процентное соотношение по типам предложений домов представлено на рис. 5 [3].

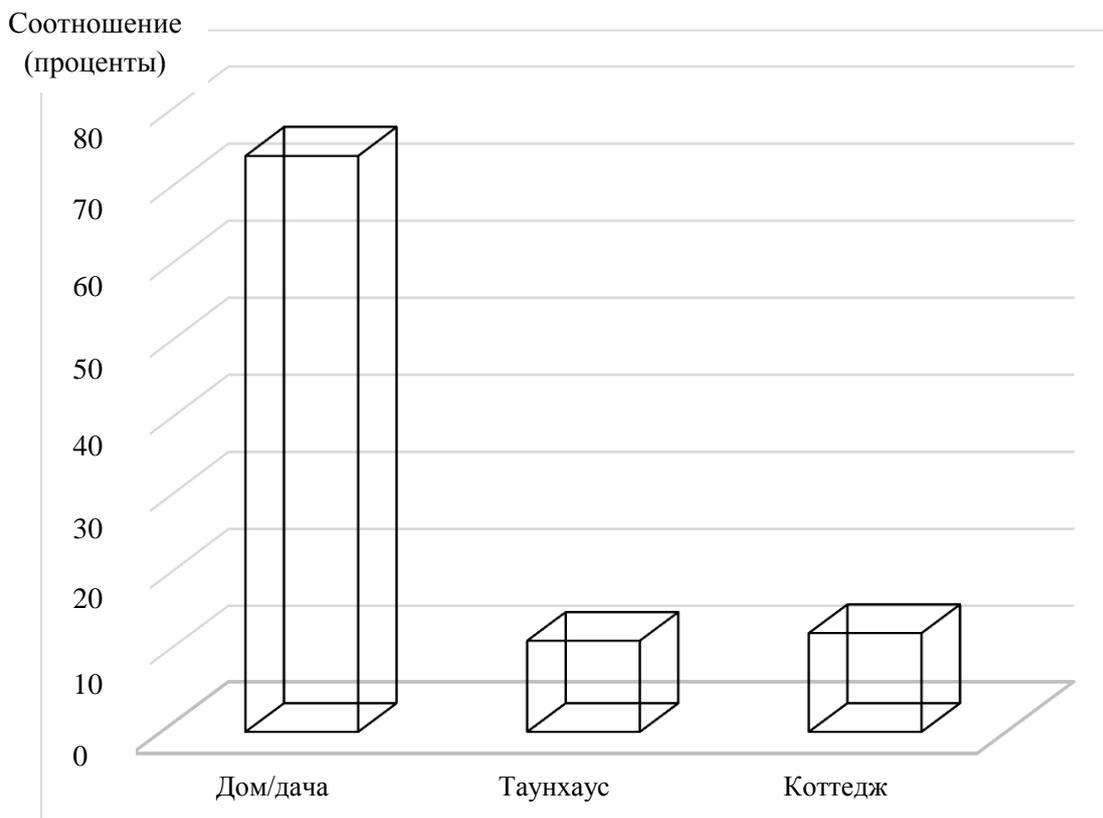


Рис. 5. Соотношение объявлений о продаже различных типов домов в городе Твери по состоянию на январь 2023 года

На основе диаграммы (см. рис. 5) можно отметить повышенное предложение домов/дач, соотношение таунхаусов и коттеджей равно.

Таким образом, рынок жилой недвижимости претерпел глобальные изменения в начале 2022 года в связи с геополитической ситуацией в стране и в мире. После резкого роста рынок жилья ждет спад, что постепенно и происходит в настоящее время. Предложение значительно превышает спрос по разного рода причинам. Для потенциального покупателя данная ситуация благоприятна. Она называется «рынок покупателя». Для потенциального продавца сейчас не самое удачное время.

### **Библиографический список**

1. Цифровая платформа Restate. URL: <https://tver.restate.ru/graph/ceny-prodazhi-domov/> (дата обращения: 29.01.2023).
2. Денис Кузнецов. Ценовая аритмия. Что происходит на рынке жилья в Твери? // Аргументы и факты. URL: [https://tver.aif.ru/realty/house/cenovaya\\_aritmiya\\_chno\\_proishodit\\_so\\_na\\_rynke\\_zhilya\\_tveri](https://tver.aif.ru/realty/house/cenovaya_aritmiya_chno_proishodit_so_na_rynke_zhilya_tveri) (дата обращения: 29.01.2023).
3. Интернет-сервис «Авито». URL: <https://www.avito.ru/> (дата обращения: 26.01.2023).
4. Карцева В.В., Павлова П.О. Анализ рынка недвижимости города Твери (первый квартал 2021 г.) // Строительство и землеустройство: проблемы и перспективы развития: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тверь, 13 апреля 2022 г. Тверь: ТвГТУ, 2022. С. 51–58.
5. Максим Андреев. Эксперты рассказали, что будет с ценами на недвижимость в Тверской области // Tverigrad. URL: <https://tverigrad.ru/publication/jeksperty-rasskazali-chno-budet-s-cenami-na-nedvizhimost-v-tverskoj-oblasti/> (дата обращения: 29.03.2023).

## **ANALYSIS OF THE RESIDENTIAL REAL ESTATE MARKET OF THE CITY OF TVER (1ST QUARTER OF 2023)**

**Pavlova P.O., Kartseva V.V.**

***Abstract.** In the article, based on data from the Avito Internet service, an analysis of the residential real estate market of the city of Tver in the 1st quarter of 2023 was carried out. The socio-economic situation in the country affecting the real estate market is investigated. Based on the data of the Avito Internet service, diagrams characterizing the state of the Tver real estate market have been compiled.*

***Keywords:** real estate market, new building, apartment, price per square meter, demand, supply, Tver.*

Об авторах:

Павлова Полина Олеговна – студентка, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: [pawlowa.polya2010@yandex.ru](mailto:pawlowa.polya2010@yandex.ru)

Карцева Вера Викторовна – кандидат экономических наук, доцент кафедры геодезии и кадастра, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: [vera.v.kartseva@gmail.com](mailto:vera.v.kartseva@gmail.com)

About the authors:

Pavlova Polina Olegovna – student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: [pawlowa.polya2010@yandex.ru](mailto:pawlowa.polya2010@yandex.ru)

Kartseva Vera Viktorovna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Geodesy and Cadastre, Tver State Technical University, Tver. E-mail: vera.v.kartseva@gmail.com

УДК 638.1

## ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

П.И. Разиньков, О.П. Разинькова, Н.А. Конфеткина

© Разиньков П.И., Разинькова О.П.,  
Конфеткина Н.А., 2023

*Аннотация.* В статье проанализированы основные проблемы управления экономическими результатами деятельности и приведены причины возникновения данных проблем. Рассмотрена прибыль как основной показатель экономических результатов деятельности предприятия и предложены способы ее увеличения в рамках указанных механизмов: повышение объема производства, объема продаж, уменьшение затрат, диверсификация производства.

*Ключевые слова:* экономический результат, прибыль, управление прибылью, проблемы управления прибылью.

Для организаций с разными организационно-правовыми формами в условиях рыночной экономики существует модель формирования и использования экономических результатов, которая лежит в основе соответствующего анализа. Так, определение состояния экономического результата предприятия, изучение его видов, создание процесса анализа и определение задач, выявление факторов, влияющих на экономические результаты предприятий, занимают основное место в научных работах, в которых исследуются методы комплексного экономического анализа хозяйственной деятельности организации, прогнозирования результатов.

Чтение финансовой отчетности, изучение абсолютных значений, представленных в отчете о финансовых результатах, составляют основу анализа экономических результатов деятельности организации.

Конечным положительным экономическим результатом хозяйственной и финансовой деятельности субъекта является прибыль. Рыкунова В.Л. считает, что «экономическая категория "прибыль" характеризует производственно-экономические отношения, касающиеся создания (производства), использования и распределения прибыли в

условиях ограниченности ресурсов, усиления конкуренции, необходимости ее увеличения и достижения сбалансированных интересов предприятия и его работников, а также государства» [7].

Прибыль – разница между совокупным доходом и совокупными затратами в ходе осуществления основной инновационной, инвестиционной, производственной и коммерческой деятельности.

Как пишет Дубаневич Л.Э., «прибыль – основной показатель экономики. При постоянном росте она является основным источником формирования экономических ресурсов организации, осуществляющих ее развитие на основе инвестиционной и инновационной деятельности и усиления конкурентоспособности продукции; предупреждения организаций от банкротства; увеличения рыночной стоимости предприятия» [7]. Из-за низкой прибыли в отрасли происходит «перелив» капитала и рабочей силы с более прогрессивным использованием. Размер прибыли зависит в основном от качества работы и указывает на то, какие ресурсы необходимо использовать более продуктивно для социального и промышленного развития. Кроме того, прибыль является фундаментальной основой образования и формирования госбюджета, поэтому государство также заинтересовано в ее увеличении [1].

Таким образом, анализ и управление экономическими результатами деятельности организации – это основная и достаточно сложная задача для большого количества отделов предприятия, поскольку прибыль показывает, насколько долго организация будет функционировать [3]. Правильная оценка данного показателя поможет управленческому персоналу принимать верные решения для улучшения деятельности организации. Эффективное управление экономическими результатами предприятия является актуальной задачей в настоящее время.

Управление прибылью организации базируется:

- 1) на определении главных направлений формирования и использования прибыли;
- 2) способности прогнозировать перспективы развития предприятия;
- 3) увеличении количества источников прибыли;
- 4) возможности широкого использования налоговых льгот.

Следует подчеркнуть, что метод управления прибылью – это метод взаимодействия субъекта управления с исследуемым объектом с целью получения результата.

В ходе управления экономическими результатами деятельности предприятия выявляются следующие проблемы:

доходы организации распределяются неоптимальным образом и тем самым понижают уровень чистой прибыли компании;

доход предприятия не обеспечивает должного покрытия расходов, следовательно, экономическим результатом деятельности предприятия является убыток, а не прибыль;

низкая рентабельность деятельности предприятия;  
недооценка современных подходов к управлению прибылью, разработка и внедрение новых источников дохода при помощи освоения новых технологий и цифровизации производства [1].

Данные проблемы имеют различные источники и причины.

Организационные причины связаны с высокими затратами на поддержку структуры организации и управления (из-за неоптимальной структуры отделов, сбоев во внутренних связях).

Финансовые причины включают в себя факторы, которые негативно влияют на рост прибыли (снижение платежеспособного спроса на товары и услуги предприятия).

Управленческие причины связаны с недостаточной компетентностью руководства в вопросах оценки, анализа, прогнозирования и распределения прибыли. Эффективность управления доходами снижается также из-за использования неактуальных методов их формирования и распределения, недооценки внутренних ресурсов и вариантов улучшения организационной и управленческой деятельности [4].

Эффективность деятельности организации во многом зависит от качества принимаемых управленческих решений, которые связаны с использованием прибыли. Во время принятия всех этих решений руководители должны всесторонне взвешивать финансовые возможности в соответствии с текущим положением организации на рынке, оценивать приоритетные направления инвестиций, уровень материальной и технической базы, возможности размещения собственных средств на рынке ценных бумаг и т.д.

Чтобы избежать указанных проблем, в управлении экономическими результатами используют ряд механизмов:

1) выявление факторов, которые влияют на экономические результаты;

2) проведение периодического мониторинга экономических показателей для оперативного отклонения от установленного плана;

3) выявление резервов для роста объемов продаж и прибыли;

4) разработка мер по использованию выявленных резервов.

В рамках представленных механизмов существует три основных способа увеличения прибыльности:

1) диверсификация производства, расширение прибыльных видов деятельности;

2) увеличение производства и продаж;

3) снижение затрат на организацию производства и продаж.

Каждый из указанных способов увеличения прибыли включает в себя определенные меры.

Диверсификация производства подразумевает внедрение новых направлений, переориентацию рынков сбыта, разработку и запуск новых

коммерческих предложений. Целями диверсификации являются поддержание стабильного развития организации, обеспечение устойчивого положения в кризисной ситуации, повышение прибыли и избежание банкротства [5, 6].

В рамках диверсификации осуществляются следующие процессы:

вывод активов в продажу и сдача в аренду;

разработка и внедрение новых производственных линий;

модернизация производственных мощностей, повышение производительности;

вывод на рынок новых услуг, связанных и не связанных с основным производством [4].

Увеличение объема производства включает в себя:

улучшение качества продукции в условиях незначительного увеличения себестоимости и при ее сохранении;

увеличение выпуска продукции, которая пользуется стабильным спросом на рынке.

Кроме названного, увеличение объемов продаж включает в себя мероприятия:

анализ ценовой политики;

разработку и реализацию мер, направленных на продвижение продукции;

расширение рынка сбыта за счет выхода на новые рынки;

расширение рынка за счет освоения новых ниш;

установление оптимального уровня цен на продукцию;

вывод на рынок новых продуктов и услуг.

Направление снижения затрат включает следующие меры:

анализ текущих расходов (постоянные и переменные издержки на организацию производства и продаж);

анализ технологических процессов для определения неоптимального использования времени, средств, материальных и финансовых ресурсов;

внедрение энергосберегающих технологий, стандартов использования ресурсов;

учет товарно-материальных ценностей и предотвращение их утери, кражи, порчи, цифровизацию учета;

повышение производительности труда, улучшение трудовых функций, цифровизацию простых и повторяющихся действий сотрудников.

Оптимизация постоянных расходов и затрат на организацию производства (продаж), а также улучшение организационной структуры (включая систему управления) составляют суть устранения проблем в управлении экономическими результатами деятельности предприятия.

Таким образом, по мнению Халилова А.Э., «основными проблемами процесса управления экономическими результатами деятельности

предприятия являются нехватка средств на обеспечение развития организации (убытки по результатам деятельности), неоптимальное распределение доходов организации, низкая рентабельность деятельности организации и недооценка инноваций в системе управления прибылью» [8].

Для совершенствования управления экономическими результатами деятельности предприятия руководителям необходимо систематически проводить анализ экономического и финансового состояния предприятия, выявлять необходимые резервы получения прибыли, разрабатывать и внедрять мероприятия, направленные на рост прибыли.

### **Библиографический список**

1. Головачев А.С., Гедронович Б.А., Шинкевич Н.В. Управление формированием выручки и прибыли от текущей деятельности предприятия // Экономика. Управление. Инновации. 2018. № 1/2. С. 32–41.

2. Дубаневич Л.Э., Шамаева Н.П. Высокие технологии как основа промышленного производства // Тенденции и перспективы развития социотехнической среды: материалы IV Международной научно-практической конференции. М.: Современный гуманитарный университет, 2018. С. 219–226.

3. Жеребцов В.М., Кундакова Л.Р. Анализ финансовой деятельности предприятия на основе статистики показателей прибыли и рентабельности // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 2/2. С. 275–280.

4. Ценообразование на предприятии: теория и методология / В.А. Кваша [и др.]. Ярославль: Канцлер, 2019. 240 с.

5. Разиньков П.И., Резинькова О.П. Проблемы оценки ресурсного потенциала предприятия // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Науки об обществе и гуманитарные науки». 2017. № 3. С. 121–130.

6. Разиньков П.И., Резинькова О.П. Проблемы формирования потенциала устойчивого развития предприятия // Проблемы управления в социально-гуманитарных, экономических и технических системах: сборник научных трудов преподавателей, аспирантов, магистрантов, студентов факультета управления и социальных коммуникаций. Тверь: ТвГТУ, 2018. С. 46–50.

7. Рыкунова В.Л., Жолнеркевич Е.В. Устойчивое экономическое развитие Российской Федерации за счет обеспечения экологической безопасности страны // Актуальные вопросы налогообложения, налогового администрирования и экономической безопасности: сборник научных статей региональной научно-практической конференции, посвященной 25-летию ФНС России. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2015. С. 332–336.

8. Халилов А.Э. Оптимизация управленческих решений несколькими проектами на рынке // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Экономика и право». 2018. № 3. С. 40–46.

## **PROBLEMS OF MANAGING ECONOMIC RESULTS OF THE ORGANISATION'S ACTIVITIES**

**P.I. Razinkov, O.P. Razinkova, N.A. Konfetkina**

***Abstract.** The article is devoted to the analysis of the main problems of managing economic results of the organisation's activities and, in accordance with this, the causes of these problems are given. The profit is considered as the main indicator of the economic results of the organization and the ways to increase it within the framework of the designated mechanisms are proposed: an increase in production and sales, cost reduction, diversification of production.*

***Keywords:** economic result, profit, profit management, problems of profit management.*

Об авторах:

Разиньков Павел Иванович – доктор экономических наук, профессор кафедры менеджмента, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: men\_756@mail.ru

Разинькова Оксана Павловна – кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой менеджмента, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: razinkovaoksana@mail.ru

Конфеткина Наталья Алексеевна – магистрант, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: men\_756@mail.ru

About the authors:

Razinkov Pavel Ivanovich – Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Management, Tver State Technical University, Tver. E-mail: men\_756@mail.ru

Razinkova Oksana Pavlovna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Management, Tver State Technical University, Tver. E-mail: razinkovaoksana@mail.ru,

Konfetkina Natalya Alekseevna – Master's student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: men\_756@mail.ru

## МЕРЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА В УСЛОВИЯХ НЕБЛАГОПРИЯТНОЙ ГЕОПОЛИТИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

А.В. Шарапова, Н.Ю. Мутовкина

© Шарапова А.В., Мутовкина Н.Ю., 2023

***Аннотация.** Статья содержит подробный обзор актуальных форм государственной поддержки малого и среднего бизнеса. Рассмотрены все виды как денежной, так и неденежной поддержки для различных сфер малого и среднего бизнеса. Приведена статистика эффективности государственной поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства, которая свидетельствует об увеличении числа занятых в малом и среднем бизнесе.*

***Ключевые слова:** малый и средний бизнес, санкции, государственная поддержка, кредитные каникулы, национальный проект.*

К предприятиям малого и среднего бизнеса относятся хозяйствующие субъекты, численность сотрудников которых не превышает 250 человек, а выручка – не более 2 миллиардов рублей в год [1].

Предприятия малого и среднего бизнеса в Российской Федерации выступают основными элементами рыночной экономики и являются неотъемлемыми элементами ее развития. Именно они служат катализатором экономики, обеспечивая новые рабочие места, получение доходов и создавая благоприятные условия для повышения научно-производственного потенциала, что имеет огромное значение в условиях нестабильной внешнеэкономической среды.

В зависимости от количества сотрудников малое и среднее предпринимательство (МСП) разделяется на микропредприятия (численностью до 15 человек), малые (15–100 человек) и средние (101–250 человек) предприятия [1].

В период неблагоприятной геополитической обстановки малый и средний бизнес стал испытывать трудности, попав под различные санкции. В связи с этим органы государственной власти разработали и внедрили мероприятия, позволившие поддержать субъекты МСП. К таким мероприятиям относятся специальные налоговые режимы, а также различные виды государственной финансовой и нефинансовой поддержки.

Главные цели государственной поддержки МСП представлены на рисунке.



#### Главные цели государственной поддержки малого и среднего бизнеса в России

В конце 2021 года Правительство РФ было серьезно настроено на системную работу в вопросе поддержки малого и среднего бизнеса. Так, принятие в конце декабря 2021 года Постановления Правительства № 2371 позволило запустить эксперимент по оказанию поддержки МСП на базе единой цифровой платформы [2]. Эксперимент идет с февраля 2022 года по февраль 2025-го. Такая цифровая платформа необходима, чтобы соединить все сервисы для МСП. К ней должны будут подключиться ведомства, федеральные министерства, банки, институты развития, страховые организации и другие структуры.

Меры государственной поддержки коснулись и аграрного бизнеса, туристических проектов, сферы информационно-технологических проектов (ИТ-индустрии). В основном эти меры направлены на снижение стоимости продукции российских компаний, в том числе и программного обеспечения (ПО), а также на оказание российским экспортерам помощи в продвижении продукции на зарубежные рынки. В планы входит частичная компенсация организациям затрат на участие в международных ярмарках и выставках.

Некоторые меры поддержки малого и среднего бизнеса в марте 2022 года (в период внешних санкций) были взяты из российского

«коронавирусного» опыта. Наметился тренд на увеличение скорости предоставления государственной поддержки.

Сегодня существуют следующие меры государственной поддержки субъектов МСП:

1. Антикризисные программы льготного кредитования. В настоящее время утверждены четыре такие программы: «ПСК Инвестиционная», «ПСК Антикризисная», «СК Оборотная» и «1764». Ставки по программам варьируются от 8,5 до 15 % годовых и не зависят от изменения ключевой ставки Центробанка России. Минимальная сумма кредита составляет 500 тысяч рублей, а максимальная сумма различается в зависимости от программы. Например, по программе «1764» она не превышает 500 миллионов рублей для пополнения оборота и 2 миллиардов рублей на инвестиции.

2. Быстрый возврат налога на добавленную стоимость (НДС). Заявительный порядок возмещения НДС вводится за налоговые периоды 2022 и 2023 годов. Новые нормы применяются с апреля, т.е. после того, как компании сдали декларации по НДС за первый квартал 2022 года. За счет НДС фирмы, которые оказались в трудной экономической ситуации, теперь имеют возможность пополнить оборотные средства на сумму возмещения НДС. Компании могут вернуть налог в объеме около 80 миллиардов рублей в среднем в течение восьми дней с даты предоставления нужного заявления, не дожидаясь окончания камеральной налоговой проверки.

3. Мораторий на плановые проверки МСП до конца 2022 года, а ИТ-компаний – до конца 2024-го. С 10 марта и до конца 2022 года правительством были отменены все плановые проверки МСП. Решение не распространяется на налоговые проверки, на проверки, которые связаны с безопасностью здоровья и охраной труда, угрозой жизни или охраной окружающей среды. Данный мораторий не распространяется на предприятия, по отношению к которым применялись меры административного воздействия. Также были не запрещены проверки, инициаторами которых являлись потребители и другие лица.

Согласно Постановлению Правительства РФ № 448, ИТ-компании освобождаются от плановых проверок на ближайшие три года. Мораторий касается всех плановых проверок: как государственных, так и муниципальных. Правда, освобождаются лишь те компании, которые аккредитованы Министерством цифрового развития РФ и внесены в соответствующий официальный реестр [3].

4. Увеличение числа отраслей, где физическим и юридическим лицам предоставляются кредитные каникулы. Были определены сферы деятельности, по которым субъекты МСП имели право воспользоваться кредитными каникулами в 2022 году. Речь идет об отсрочке по кредитам, полученным от 1 марта 2022 года. К отраслям, представители которых

имеют право воспользоваться кредитными каникулами, относятся наука и образование; туризм; сельское хозяйство; культура; общепит; медицина; ИТ-промышленность, в том числе производство компьютеров и разработка ПО; розничная торговля; обрабатывающие производства. Кроме того, на кредитные каникулы теперь имеют право производители продуктов питания, мебели, одежды и бытовой химии. В период коронавирусной инфекции на этих производителей такая поддержка не распространялась.

5. Повышенное авансирование госконтрактов в 2022 году. Компании, которые участвовали в государственных закупках, имели право получать в 2022 году в качестве аванса до 90 % от цены контракта.

6. Добавленное время на разработку инструкций по охране труда. Согласно Приказу от 29.10.2021 № 772н [4], работодателями до 1 марта 2022 года были разработаны новые инструкции и правила по охране труда, которые Министерство труда разрешило не обновлять до 1 января 2023 года.

7. Продление лицензий на год. Действие лицензий и других разрешительных документов автоматически продлевалось на один год, а получение или переоформление таких документов производилось по упрощенной схеме. Данная мера поддержки включала в себя более 120 видов разрешений, в том числе в нее вошли такие важные сферы деятельности, как промышленность, сельское хозяйство, оказание услуг связи, розничная торговля (в том числе торговля подакцизными товарами), услуги такси.

8. Срок уплаты ежемесячного авансового платежа по налогу на прибыль был продлен на месяц, т.е. до 28 апреля 2022 года. Несмотря на перенос срока уплаты ежемесячного авансового платежа, порядок заполнения налоговой декларации по налогу на прибыль организаций за первый квартал 2022 года не изменился. Перенос срока дал возможность внести авансовый платеж, учитывая реальные финансовые показатели за первый квартал.

9. Программа компенсации расходов на использование системы быстрых платежей была продлена на полгода. Она действовала на платежи, которые были проведены с 1 января по 1 июля 2022 года. На эти нужды государством было выделено 0,5 миллиарда рублей из резервного фонда правительства.

10. Отмена штрафов по государственным контрактам. Подрядчики федеральных и муниципальных государственных контрактов, нарушившие обязательства из-за различных внешних санкций, имеют возможность не уплачивать штрафы и пени. Для их списания подрядчикам нужно предоставить госзаказчику обоснование в письменном виде, желательно с подтверждающими документами.

11. Отраслевая поддержка.

Важным условием полноценной деятельности субъектов МСП выступает их поддержка в рамках отраслевой принадлежности. Так, для гостиниц и прочих форм размещения туристов установлена на пять лет ставка 0 % по НДС на услуги по предоставлению мест временного проживания. Для новых объектов, которые были введены после 1 января 2022 года и включены в реестр объектов туристической индустрии, льготная ставка действует в течение пяти лет после ввода объекта в эксплуатацию. Ставка 0 % НДС на пять лет распространяется и на услугу аренды туристических объектов, введенных с начала 2022 года в эксплуатацию и включенных в реестр объектов туристической индустрии. Кроме того, Ростуризмом были запущены новые грантовые программы поддержки туристического бизнеса в 2022 году. На них было выделено 3,5 миллиарда рублей в рамках национального проекта «Туризм и индустрия гостеприимства».

В ИТ-отрасли действуют следующие меры государственной поддержки: компании освобождаются от уплаты налога на прибыль на 3 года; им доступно кредитование под 3 % годовых; сотрудникам ИТ-компаний доступны льготные ипотеки; молодые сотрудники мужского пола в возрасте до 27 лет получают отсрочку от службы в армии.

Производители сельскохозяйственной продукции имеют возможность получить отсрочку платежей по льготным инвестиционным кредитам на полгода, срок договоров по которым истек в 2022 году.

Помимо названного, для увеличения количества субъектов МСП и их поддержки был создан национальный проект, целями которого являются увеличение численности занятых в сфере МСП и увеличение доли МСП в ВВП России к 2024 году. Бюджет данного национального проекта составляет 481,5 миллиарда рублей. В рамках этого проекта используется различная поддержка субъектов МСП:

- субсидии для развития нового бизнеса;
- различные гранты в размере до 30 миллионов рублей;
- меры по упрощению регулирования и кредитования;
- помощь экспертов для старта продаж на платформе Ozon, бесплатное продвижение товаров и т.д. [5].

Подробнее с данным национальным проектом, его целями и статистикой можно ознакомиться на официальном сайте Министерства экономического развития РФ.

По статистике, за январь 2023 года государственную поддержку получило 17 963 субъекта МСП. Им оказали как финансовую, так и информационную, имущественную, образовательную, консультационную и инновационную поддержку. Общая сумма финансовой и частично имущественной и инновационной поддержки за январь 2023 года – более 8,26 миллиарда рублей. По итогам 2022 года реализация национального проекта составила 98 %. На достижение показателей повлияло изменение условий программы льготного кредитования «1764» (по номеру

Постановления Правительства). В 2022 году этой программой воспользовалось в 3 раза большее количество субъектов малого и среднего бизнеса по сравнению с 2021 годом.

Стоит отметить, что в 2022 году количество индивидуальных предпринимателей и самозанятых в возрасте до 35 лет достигло 4,4 миллиона человек, что практически в два раза больше по сравнению с 2021 годом. Количество субъектов МСП, получивших государственную поддержку, составило более 500 тысяч, что на 18 % больше прошлогодних показателей. Гранты на создание и развитие своего дела в 2022 году получили 1,6 тысяч человек в возрасте до 25 лет. Число работников, занятых на предприятиях малого и среднего бизнеса, в 2022 году увеличилось до 22 миллионов человек (без учета самозанятых), что превысило плановое значение.

По статистике, в 2022 году каждый 17-й субъект МСП получил поддержку от государства. В 2025 году требуется увеличить это число до каждого 5-го. Льготные кредиты, гарантии и поручительства в 2022 году получил каждый 147-й предприниматель, что в 2,6 раза больше, чем в 2020-м. Каждый 34-й предприниматель, участвующий в госзакупках, в 2022 году получил поддержку, и это в 1,4 раза больше чем в 2020-м. Количество пользователей платформы МСП.рф с момента ее запуска в феврале 2022 года составило более 265 тысяч человек.

В Центральном банке РФ отмечают тенденцию отказа предпринимателей от кредитов, причем даже уже одобренных. Главная причина – неопределенность ближайших перспектив. Однако в 2021–2022 годы портфель кредитов МСП вырос на 30 % [6].

Наибольшие потери из-за введения санкций понесли сферы автомобилестроения, авиаперевозок и коммерческой недвижимости. В последней отрасли самая сложная ситуация. Иностранцы арендаторы отказались от помещений, из-за закрытия магазинов снизился товарооборот, инвесторы теряют интерес к коммерческой недвижимости и т.д. Несмотря на это, по статистике, количество субъектов МСП, зарегистрированных после введения санкций, увеличилось на 20 % по сравнению с досанкционным периодом. Это на 39 % выше среднего показателя за 2021 год.

Изменились только отраслевые приоритеты: наибольший прирост субъектов МСП регистрируется в сферах строительства, оптовой торговли и информационных технологий. Популярные ранее отрасли теряют позиции (торговля автотранспортными средствами, профессиональная, научная и техническая деятельность, розничная торговля) [7].

Таким образом, несмотря на осложнение геополитической обстановки и многочисленные препятствия, вызванные санкциями и другими ограничениями, благодаря поддержке государства малый и

средний бизнес в России процветает. Количество субъектов МСП увеличивается, возрастает эффективность их финансово-хозяйственной деятельности, и это положительно влияет на развитие экономики РФ.

### **Библиографический список**

1. О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации: Федер. закон от 24.07.2007 № 209-ФЗ (ред. от 29.12.2022) // КонсультантПлюс: справочно-правовая система. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_52144/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_52144/) (дата обращения: 06.03.2023).

2. О проведении эксперимента по цифровой трансформации предоставления услуг, мер поддержки и сервисов в целях развития малого и среднего предпринимательства: постановление Правительства РФ от 21.12.2021 № 2371 // Гарант: справочно-правовая система. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403221688/> (дата обращения: 06.03.2023).

3. Об особенностях осуществления государственного контроля (надзора), муниципального контроля в отношении аккредитованных организаций, осуществляющих деятельность в области информационных технологий, и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации: постановление Правительства РФ от 24.03.2022 № 448 (ред. от 04.02.2023) // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202203250036> (дата обращения: 03.03.2023).

4. Об утверждении основных требований к порядку разработки и содержанию правил и инструкций по охране труда, разрабатываемых работодателем: приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 772-н (с изм. от 17.03.2022) // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202111260023> (дата обращения: 03.03.2023).

5. Национальный проект «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы» // Министерство экономического развития Российской Федерации: официальный сайт. URL: [https://www.economy.gov.ru/material/directions/nacionalnyy\\_proekt\\_maloe\\_i\\_srednee\\_predprinimatelstvo\\_i\\_podderzhka\\_individualnoy\\_predprinimatelskoj\\_iniciativy/](https://www.economy.gov.ru/material/directions/nacionalnyy_proekt_maloe_i_srednee_predprinimatelstvo_i_podderzhka_individualnoy_predprinimatelskoj_iniciativy/) (дата обращения: 01.03.2023).

6. Единый реестр субъектов малого и среднего предпринимательства. URL: <https://ofd.nalog.ru/> (дата обращения: 01.03.2023).

7. Официальный сайт Министерства экономического развития Российской Федерации. URL: <https://www.economy.gov.ru/> (дата обращения: 01.03.2023).

# MEASURES OF STATE SUPPORT FOR SMALL AND MEDIUM-SIZED BUSINESSES IN AN UNFAVORABLE GEOPOLITICAL SITUATION

**A.V. Sharapova, N.Yu. Mutovkina**

***Abstract.** The article contains a detailed overview of the current forms of state support for small and medium-sized businesses. All kinds of both monetary and non-monetary support for various spheres of small and medium-sized businesses are considered. This article also provides statistics on the effectiveness of state support for small and medium-sized enterprises, which shows an increase in the number of people employed in small and medium-sized businesses.*

***Keywords:** small and medium-sized businesses, sanctions, state support, credit holidays, national project.*

Об авторах:

Шарапова Анастасия Васильевна – студентка, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: [nastya\\_sharapova\\_2002@mail.ru](mailto:nastya_sharapova_2002@mail.ru)

Мутовкина Наталия Юрьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и финансов, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: [letter-boxNM@yandex.ru](mailto:letter-boxNM@yandex.ru)

About the authors:

Sharapova Anastasia Vasilyevna – student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: [nastya\\_sharapova\\_2002@mail.ru](mailto:nastya_sharapova_2002@mail.ru)

Mutovkina Nataliya Yur'evna – Ph.D. (Engineering), Associate Professor of the Department of Accounting and Finance, Tver State Technical University, Tver. E-mail: [letter-boxNM@yandex.ru](mailto:letter-boxNM@yandex.ru)

## 2. ПРОБЛЕМЫ ДОБЫЧИ, ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 622.2:504.06

### ВЛИЯНИЕ ОСУШЕНИЯ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА КЛИМАТ

В.Р. Пинчук, М.Н. Михальчук, О.В. Пухова

© Пинчук В.Р., Михальчук М.Н., Пухова О.В., 2023

*Аннотация.* В статье на основе предыдущих исследований изучено влияние торфяного месторождения на климат. В результате исследований установлено, что осушение торфяного месторождения приводит больше к негативным последствиям, чем к положительным.

*Ключевые слова:* торф, торфяное месторождение, осушение, углекислый газ, защита окружающей среды.

Торф – осадочная горная порода органического происхождения, образующаяся в результате отмирания и неполного распада болотных растений в условиях повышенной влажности при недостатке кислорода (O<sub>2</sub>), а также при содержании не более 50 % минеральных компонентов на сухое вещество (рис. 1).

В России выявлено и разведано 154 миллиарда тонн торфа на настоящий момент. В европейской части России сосредоточено примерно 36 %, а в Азиатской – 64 % запасов торфа. Их изученность неодинакова в различных районах и связана в основном с интенсивностью использования торфяных ресурсов [3].

Самым большим болотом России и Европы считается Васюганское, занимающее площадь 53 тысячи км<sup>2</sup> между такими крупными реками Сибири, как Иртыш и Обь (Томская, Новосибирская и Омская области). Васюганское болото образовалось около 10 тысяч лет назад, а процесс заболачивания территории продолжается до сих пор [9].

Всего на территории России на сегодняшний день существует 35 болот. Их суммарная площадь составляет 10,7 миллиона га. Все они, согласно Постановлению Правительства РФ от 13.09.1994 № 1050, имеют международное значение и находятся на территории 21 субъекта РФ.

Торфяные месторождения затрудняют освоение природных ресурсов северных и восточных районов России, так как на заболоченных

территориях сложно строить дороги и здания. С другой стороны, болота регулируют гидрологический режим рек, способны снижать содержание в воде загрязняющих веществ [8].

Свыше 70 % производимого мирового торфа используется в сельском хозяйстве в качестве подстилки для животных, при производстве компостов, питательных, тепличных грунтов, торфяных субстратов, стимуляторов роста и развития растений [2].



Рис. 1. Торф

Для подготовки месторождения к добыче торфа осуществляются гидротехнические мероприятия по осушению торфяной залежи. Путем осушения происходит сброс из торфяной залежи избыточных запасов воды, максимально ограничивается поступление на территорию месторождения поверхностных и грунтовых вод с прилегающей территории. В результате осушения торфяной залежи ее средняя влажность уменьшается до эксплуатационного значения, понижается уровень грунтовых вод, торфяная залежь уплотняется, повышается выход воздушно-сухого торфа и создаются условия для прохождения различных торфяных машин (в том числе машин для подготовки площадей, производства и транспортировки торфа) [1].

В последние годы значительно усилилась динамика осушения болот. Есть компании, поставляющие для этих целей специальное оборудование. Сейчас осушено около 60 % болот полесья России и Белоруссии. Для сравнения: в Германии, в которой когда-то было очень много болот, с

появлением идеи их осушения все болотистые территории превратились в сельскохозяйственные угодья. Интенсивное использование земли и результаты кампании по осушению болот привели к необходимости их охраны.

В настоящее время в динамике намечается спад, так как люди осознают всю серьезность последствий осушения, в числе которых нарушение питания мелких рек, вытекающих из болот, являющихся, в свою очередь, источниками более крупных. В результате сплошного осушения болот многие из них просто исчезли. Кроме того, есть опасность потерять биологические ресурсы (после осушения болот высыхают леса, значительно уменьшается разнообразие их флоры и фауны). Увеличиваются эмиссии углекислого газа в атмосферу. Осушения болот приводят к нарушению равновесия в природе и уничтожению биоценозов и геоценозов, а это настоящее экологическое бедствие. Проблема осушения актуальна, так что ей следует уделять пристальное внимание, особенно учитывая то, какую площадь занимают болота в нашей стране [4].

Китай приступил к масштабному осушению водно-болотных угодий в 486 году до н. э., когда начал строительство Большого канала, который до сих пор является самым длинным каналом в мире. Голландцы начали в большом количестве осушать заболоченные территории около тысячи лет назад, но в последнее время многие были восстановлены. Первый президент США Джордж Вашингтон лично руководил неудачным осушением Великого мрачного болота на границе Вирджинии и Северной Каролины. Сегодня многие современные города по всему миру построены на заполненных заболоченных территориях. Осушение болот продолжается в некоторых азиатских странах.

Между тем одна из разновидностей водно-болотных угодий, а именно торфяные болота, на долю которых приходится всего 3 % земной поверхности, накапливает в 2 раза больше углерода, чем леса.

В течение нескольких тысяч лет как в торфяниках, так и в болотах формировались огромные запасы углекислого газа и метана – основных парниковых газов. Если бы болота не удаляли их из атмосферы, концентрация углекислого газа в результате деятельности человека увеличивалась бы на 28 % каждый год [5].

Преобразование болотистых местностей и избыточно увлажненных земель в плодородные земли, обеспечивающие получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, предстает ключевой задачей осушительных мелиораций. Основное воздействие осушительные мелиорации оказывают на водный режим почвы, устраняя избытки влаги. Освободившиеся от воды почвенные поры заполняются воздухом, в результате этого улучшается воздушный режим почвы и повышается ее микробиологическая активность, усиливаются процессы окисления и

разложения органического вещества. Таким образом улучшается питательный для растений режим почвы [4].

Осушение болот ведет к изменению общего гидрологического режима территорий и превращает их из экосистем, фиксирующих углерод, в территории, которые выделяют диоксид углерода при минерализации торфа, происходящей во время его просыхания за счет аэробных микробиологических процессов. Осушение нанесло большой ущерб Нечерноземью в европейской части России, где исчезли тысячи рек и ручьев и началось общее иссушение территории, снизилась урожайность полевых культур и лугов. В ряде случаев пашня на осушенных торфяниках оказалась малопродуктивной.

Глобальное высыхание торфяников может превратить эти экосистемы из хранилища углерода в его источник, а это может привести к повышению концентрации парниковых газов в атмосфере и, следовательно, усилить потепление климата, т.е. парниковый эффект [7].

Осушение торфа, который находится рядом с городом, вызывает неблагоприятные последствия не только на региональном уровне, но и на уровне самого города. Речь идет об изменении (снижении) уровня грунтовых вод. Он непосредственно связан с уровнем воды в реках, болотах и озерах, расположенных в окрестностях подземного бассейна. Значительная часть воды в наземных водоемах поступает из грунтовых бассейнов.

Рассмотрим подробнее возникающие неблагоприятные последствия:

1. Ухудшение качества воды. Не все грунтовые воды пресные. Вода на очень большой глубине и в водных горизонтах, залегающих под дном океанов, соленая. Фактически существует около 12,9 миллиона км<sup>3</sup> соленой воды и 10,5 миллиона км<sup>3</sup> пресной. В естественных условиях граница между пресными и солеными водными горизонтами достаточно четкая, однако в условиях активного выкачивания подземных вод проседание горизонта может привести к разрушению этой границы. Кроме того, грунтовые воды подвержены химическому загрязнению: бензин, нефть, дорожные соли и химикаты проникают в водные горизонты через почву вместе с дождем и со временем делают ее непригодной для полива и питья. Бензин, нефть, масло и другие продукты переработки углеводородов часто хранятся под землей в специальных металлических резервуарах. Например, на каждой заправочной станции установлены подземные канистры, в которых хранятся бензин, дизельное топливо и солярка. Металл подвержен коррозии, в результате которой образуются трещины и утечки. Если нефтепродукт попадет в грунтовые воды, это может привести к серьезному загрязнению.

2. Проседание почвы. Уменьшение объема грунтовых вод приводит к проседанию почвы. В некоторых районах, где темпы откачки особенно высоки, почва под жилыми домами, административными зданиями и

объектами инфраструктуры проседает на десятки сантиметров в год. Это приводит к разрушению дорог, перебоям в водоснабжении и электроснабжении и разрушению жилых домов [5].

Указанные последствия могут навредить экономике целого города, а соответственно, стране. К сожалению, данной проблеме уделяют слишком мало внимания.

Важно отметить, что от осушения болот и радикального изменения водного баланса страдают не только прилегающие, но и очень отдаленные районы России. Исследования ученых доказывают, что леса, расположенные во многих сотнях километров от участков, где проводились восстановительные работы, получают меньше влаги, потому что уровень грунтовых вод резко снижается. В результате населяющие болота растения и животные меняются довольно быстро и почти всегда отрицательно. Это означает, что биоразнообразие растений и животных приобретает большое значение, уже невозможно вернуть его к прежним объемам. Как показывает практика, особенно опасно осушать болота на песчаных почвах, а также на тех, где есть растения разных видов.

После осушения бывшие болотистые местности используются под сельскохозяйственные угодья (луга, пастбища, пашни), лес и добычу торфа в производственных целях (например, в качестве местных видов энергетического сырья). Значительную площадь территории РФ занимают охраняемые болота геологического, биологического и научного назначений. Особую категорию составляют болота с выработанным частично или полностью торфом, которые после работ по обустройству вовлекаются в сельское хозяйство или остаются в виде озер и прудов, а также болота, используемые в охотничьем хозяйстве [9].

С экономической точки зрения невыгодно проводить восстановительные работы вместо работ по осушению болот. Дело в том, что эти сельскохозяйственные земли, которые могут быть созданы в местах мелиорации, требуют значительных затрат для поддержания приемлемого уровня продуктивности, а со временем таких затрат становится все больше. В итоге совершенно невыгодно осуществлять хозяйственную деятельность в местах с осушенными болотами [9].

Как упоминалось ранее, осушение болот влияет на макроуровень (области, регионы и т.д.). Если осушать болота все интенсивнее, то в определенной области начнутся проблемы с влажностью воздуха, болотная местность станет более засушливая, в жаркую погоду с огромной вероятностью участятся лесные пожары (рис. 2).



Рис. 2. Лесной пожар

Что такое лесной пожар с экономической и биологической точек зрения? Если рассматривать данную проблему с экономической точки зрения, то это колоссальные затраты на тушение. Кроме того, после пожара земля становится непригодной в использовании. Ее будут очень долго рекультивировать, а это также колоссальные расходы. Отсюда вытекает еще одна проблема, которую следует рассматривать с биологической точки зрения. Это проблема уменьшения популяции флоры и фауны. Многие виды животных могут обитать только на болотах: бобры, выдры, ондатры, американские и европейские норки. Есть вероятность их исчезновения. Еще со школы люди знают, что все живые организмы связаны между собой цепочкой «растения – травоядные – хищники». Если одно звено нарушено, происходят сбои во всей цепочке. При исчезновении одного вида животных есть риски исчезновения всей цепочки.

Интенсивное освоение и уничтожение болот во многих европейских странах привело к оскудению биоразнообразия растительного и животного мира, к изменениям в гидрологическом режиме территорий. Кроме того, доказана важная роль болот в поддержании баланса углекислого газа в атмосфере. Вот почему на протяжении последних 25 лет в Европе проводятся обширные исследования и практические работы по восстановлению болот, на что тратятся сотни миллионов долларов.

В Российской Федерации степень освоения болот, если сравнить с Европой, невысока. Тем не менее неблагоприятные последствия этого процесса в России могут ощущаться. Так, с имеющимися в центральных областях России выработанными торфяными карьерами, которые не были в свое время рекультивированы, оказались связаны неожиданные экологические проблемы: в последние годы в местах торфяных выработок регулярно возникают пожары [8].

На этом влияние осушения торфяных месторождений не заканчивается. Масштабное осушение болот может вызвать эмиссию  $\text{CO}_2$ . Болота являются одним из важнейших резервуаров углерода на планете.

Однако под влиянием внешних воздействий, таких как осушительная мелиорация, происходит деградация торфяной залежи, теряется углерод в виде потоков  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , водорастворимых органических соединений [8].

Заболоченная местность – незаменимый регулятор климата Земли. Единственная экосистема на планете, противодействующая скоплению  $\text{CO}_2$  в атмосфере и парниковому эффекту, – болота. Один гектар этих угодий забирает  $\text{CO}_2$  из атмосферы в 10 раз эффективнее, чем лес такой же площади. Болота накапливают торф, который состоит в основном из углерода. Они являются природными ловушками для этого газа, изымая его из атмосферы. Тем самым трясины предохраняют атмосферу от перегрева, уменьшают парниковый эффект и охлаждают планету [8].

Максимальные скорости продуцирования углекислого газа отмечены в верхних (0–10 см) слоях торфяной залежи (см. рис. 1). Они достигали  $1,58 \pm 0,26$  и  $0,97 \pm 0,17$  мг  $\text{CO}_2 \cdot \text{д}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$  на неосушенном и осушенном участках болота. В работах [11, 12] также говорится, что в слоях торфа, близких к поверхности, наблюдается наибольшее продуцирование  $\text{CO}_2$ , а по мере увеличения глубины интенсивность процесса снижается. Отбор образцов торфа был выполнен в осенний период, когда в почву поступает свежий растительный опад. Осенью в активности микроорганизмов происходит подъем, объяснимый попаданием в почву большого количества легкогидролизуемых органических соединений опада, что и определяет максимальную интенсивность продуцирования углекислого газа в верхних слоях торфяной залежи [10].

По оценкам ученых, водно-болотные угодья в настоящее время занимают более 12,1 миллиона  $\text{км}^2$  – это больше, чем площадь Гренландии. Из них лишь 13–18 % (2 300 участков) включены в список Рамсарских водно-болотных угодий, т.е. находятся под охраной.

Рамсарская конвенция – договор, ратифицированный 170 государствами, в числе которых есть и Россия. Цель конвенции – сохранение и разумное использование всех водно-болотных угодий путем осуществления местных, региональных и национальных действий и международного сотрудничества. По состоянию на 2019 год конвенция охватывает 307 водно-болотных угодий международного значения общей площадью 228,9 миллиона га. При этом она не учитывает те процессы, которые происходят с водно-болотными угодьями из-за изменений климата. В Парижском соглашении по климату отсутствует отдельная статья о болотах: в нем говорится лишь о лесах, которые страны – участники соглашения – призывают защищать и восстанавливать.

Организация Объединенных Наций также не уделяет должного внимания нарушениям водно-болотных угодий. Проект под названием «Сокращение выбросов в результате обезлесения и деградировавших лесов», или REDD +, подразумевает финансирование развивающихся

стран для защиты только существующих лесов, предотвращения обезлесения и восстановления деградированных лесов.

Хотя указанная инициатива касается покрытых лесами водно-болотных угодий и мангровых зарослей, добровольное положение по отчетности о выбросах от водно-болотных угодий было введено в систему учета климата ООН лишь в 2016 году. Пока данные по этому вопросу отправляют лишь несколько стран [2].

Постоянные дискуссии ученых, связанные с вопросами мелиорации торфяных болот, дают мировому сообществу не только новые ответы, но и новые вопросы. Впрочем, сказать, что осушать болота совершенно недопустимо с экологической точки зрения, нельзя. Большинство ученых считают, что производить мелиоративные мероприятия во многих местах можно и даже нужно, однако подходить к этому делу следует рационально [9].

### **Библиографический список**

1. Купорова А.В., Пухова О.В., Ермияш Д.М. Направления осушения месторождений в геотехнологиях торфа и сапропеля // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2011. С. 36–40.

2. Тарасова С.И., Кузнецов Л.М. Нормативные требования к торфам сельскохозяйственного использования // Агротехнический вестник. № 3. 2012. С. 13–16.

3. Чураков А.А. Запасы торфа в России // Лесной вестник. № 3. 2003. С. 22–25.

4. Колбина Н.М., Колбина А.О. Осушение болот: освоение новых территорий или экологическое бедствие? // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. Новосибирск: ООО «Капитал», 2018. С. 11–13.

5. Хайтек. URL: <https://hightech.fm/2020/06/18/swamp-dry-dangerous> (дата обращения: 15.03.2022).

6. Комары вы комары, комарино царство. URL: <https://www.sbras.info/articles/simply/komary-vy-komary-komarino-tsarstvo> (дата обращения: 06.04.2022).

7. Огород на болоте: как вырастить овощи и фрукты на сыром торфянике. URL: <https://www.ogorod.ru/ru/now/soil/15704/ogorod-na-bolote-kak-vyrastit-ovoshchi-i-frukty-na-syrom-torfyanike.htm> (дата обращения: 06.04.2022).

8. Воистинова Е.С. Влияние осушения на содержание органического углерода в водах верхового болота (Бакчарское болото, Западная сибирь) // XIII Сибирское совещание и школа молодых ученых по климато-экологическому мониторингу: тезисы докладов. Томск: Аграф-Пресс, 2019. С. 164–165.

9. Бронский В.А., Ефремов И.В., Григорьева А.С. Мелиорация торфяных болот России // Региональные проблемы геологии, географии,

техносферной и экологической безопасности: материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Оренбург: ИП Востриков К «Полиарт», 2020. С. 35–39.

10. Икконен Е.Н. Интенсивность продуцирования CO<sub>2</sub> в торфах неосушенного и осушенного мезоолиготрофного болота // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. № 2. 2010. С. 22–26.

11. Hogg E.H., Lieffers V.J., Wein R.W. Potential carbon losses from peat profiles: effects of temperature, drought cycles, and fire // Ecological Applications. 1992. Vol. 2. № 3. Pp. 298–306.

12. Moore T.R., Dalva M. Methane and carbon dioxide exchange potentials of peat soils in aerobic and anaerobic laboratory incubations // Soil Biology & Biochemistry. 1997. № 29 (8). Pp. 1157–1164.

## IMPACT OF DRYING PEAT DEPOSITS ON CLIMATE

V.R. Pinchuk, M.N. Mikhailchuk, O.V. Pukhova

***Abstract.** In the article, on the basis of previous studies, the influence of a peat deposit on the climate is studied. As a result of the research, it was found that the drainage of a peat deposit leads to more negative consequences than positive ones.*

***Keywords:** peat, peat deposit, drainage, carbon dioxide, environmental protection.*

Об авторах:

Пинчук Владимир Родионович – студент, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: pinchuk\_vladimir02@mail.ru

Михальчук Михаил Николаевич – студент, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: nakalovn@mail.ru

Пухова Ольга Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Горное дело, природообустройство и промышленная экология», Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: owpuhova@mail.ru

About the authors:

Pinchuk Vladimir Rodionovich – student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: pinchuk\_vladimir02@mail.ru

Mikhailchuk Mikhail Nikolaevich – student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: nakalovn@mail.ru

Pukhova Olga Vladimirovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mining, Environmental Engineering and Industrial Ecology, Tver State Technical University, Tver. E-mail: owpuhova@mail.ru

### 3. ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СТРОИТЕЛЬСТВО И СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 691.535

#### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДИСПЕРСНОГО ПОЛИАРМИРОВАНИЯ ДОРОЖНОГО БЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ НИЗКОМОДУЛЬНОЙ И ВЫСОКОМОДУЛЬНОЙ ФИБРОЙ

А.Р. Егоров, В.И. Трофимов, В.Б. Петропавловская, Т.Б. Новиченкова

© Егоров А.Р., Трофимов В.И.,  
Петропавловская В.Б., Новиченкова Т.Б., 2023

*Аннотация.* Приведены результаты экспериментальных исследований влияния низкомодульной полипропиленовой фибры и высокомодульной стальной крученной фибры, а также их комбинаций на характеристики прочности и долговечности фибробетона. На основании данных, полученных после испытаний фибробетонных образцов на растяжение при изгибе, построены диаграммы, по которым установлено влияние отдельных видов волокон и их комбинаций при полиармировании на характер разрушения композитов, рассчитаны величины их силовых и энергетических характеристик. Определены эффективные соотношения между волокнами при полиармировании, позволяющие получить фибробетон с высокими показателями прочности и долговечности.

*Ключевые слова:* фибробетон, низкомодульные микросетки, металлическая фибра, полиармирование, прочность, долговечность.

#### ВВЕДЕНИЕ

Цементобетонные покрытия работают в условиях сложного напряженного состояния под действием повторных динамических нагрузок от автомобилей и переменных температурно-влажностных полей.

При нагревании или охлаждении плит покрытия они стремятся изменить свои линейные размеры, но из-за сопротивления свободному перемещению по основанию в них возникают температурные напряжения.

При изменении температуры по толщине цементобетонного покрытия плиты коробятся выпуклостью вниз (ночью) или вверх (днем) в зависимости от направления теплового потока. При несостоявшихся деформациях коробления в плитах также возникают температурные напряжения, величина которых зависит от их собственной массы и геометрических размеров [1–3].

Условия работы цементобетонного покрытия в разных зонах (в центре, на краю, торце, углу плиты, полосе наката и т.д.) неоднородны. Это создает возможность накопления остаточных деформаций оснований под периферийной частью плит покрытия по всему периметру, а также частичного нарушения контакта их нижней поверхности с основанием, особенно в зонах края и поперечных швов. В результате образуются зависающие участки плиты, в которых резко возрастают отрицательные изгибающие моменты при расположении нагрузки над швом [4].

Температурно-влажностные напряжения вместе с напряжениями от транспортных средств приводят к возникновению и развитию трещин [5]. В цементобетонном покрытии они образуются в разное время и в различных местах плит, имеют разное очертание и направление. Трещины могут быть волосяными, поверхностными и сквозными. Поверхностные постепенно увеличиваются в длину и глубину и могут разветвляться в разных направлениях. Опасность сквозных трещин состоит в том, что они снижают несущую способность цементобетонных покрытий и создают условия для проникания воды в грунтовое основание [6]. Вследствие этого необходимо повысить прочностные свойства бетона. Для улучшения данных свойств в настоящей работе использовано дисперсное полиармирование высокомодульной металлической крученой фиброй (рис. 1) и низкомолекулярными полипропиленовыми волокнами.



Рис. 1. Металлическая крученая фибра

Чтобы повысить сопротивляемость работы волокна растягивающим нагрузкам, было предложено выполнять на концах фибры поперечные выпуски – анкеры. Однако такую форму фибры можно сделать только из стали, так как изготовить полимерную фибру с анкерами очень сложно.

В случае использования фибры в виде отрезка нити с анкерами в работе будут участвовать несущая часть (сама нить), а также поперечные

выпуски. При этом общее сопротивление сдвигу будет складываться из двух составляющих: сопротивления сдвига по поверхности адгезии и сопротивления среза поперечных выпусков. Выполнение фибры для дисперсного армирования бетона особым образом, т.е. в виде отрезка полимерной нити, состоящей из несущей прямолинейной части и поперечных выпусков (анкеров) по всей длине, позволяет добиться большего объема микроармирования и сцепления бетонной смеси за счет проникновения части смеси в промежутки между выпусками (в открытые гнезда) и за счет большего охвата объема армирования анкерами, что повышает сопротивляемость фибры действию сдвиговых деформаций и растягивающих напряжений и повышает прочность бетона в целом [7].

Низкомодульная полипропиленовая фибра неспособна повышать прочность бетона на сжатие, но она повышает прочность на растяжение при изгибе и предотвращает хрупкое разрушение фибробетона [8, 9].

В статьях [10, 11] подчеркивается, что полипропиленовые волокна характеризуются значительными деформациями даже при небольших нагрузках растяжения. Также эти волокна имеют высокую истираемость поверхности и горючесть при воздействии открытого пламени. У автора статьи [12] другое мнение. Он утверждает, что полипропиленовые волокна снижают истираемость бетона.

На наш взгляд, автор статьи [13] прав в том, что полипропиленовая фибра имеет относительно низкий модуль упругости, низкую температуру плавления (105 °С). Такие характеристики сказываются на значительной деформативности, истираемости и горючести материала [13]. Считается, согласно статьям [14, 15], что деформативность волокна играет значимую роль в предотвращении хрупкого разрушения.

Полипропиленовая фибра применяется и будет применяться для армирования фибробетонов в связи с низкой стоимостью и высокой химической стойкостью в щелочных средах.

## **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Целью работы является получение бетонной смеси для дорожных плит с проектным классом по прочности на растяжение при изгибе не ниже  $B_{cb}4,0$ , по прочности на сжатие – не ниже  $B30$ , а также с маркой по морозостойкости  $F_2300$  и по истираемости И-2.

Для достижения цели необходимо решить задачи:

1. Разработать и проверить рабочий состав бетонной смеси с классом по прочности на сжатие  $B30$ .
2. Создать оптимальную рецептуру исследуемых фибробетонов и исследовать совместное влияние концентрации металлической фибры и полипропиленовой фибры на итоговые характеристики бетонов.
3. Определить комплексные характеристики полученных бетонов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении исследований был использован портландцемент ЦЕМ I 42,5Н (Евроцемент 500 Экстра) по ГОСТ 31108-2020. В табл. 1 представлены некоторые характеристики использованного портландцемента, такие как тонкость помола, нормальная густота и сроки схватывания цементного теста, предел прочности при изгибе и сжатии в возрасте 7 и 28 суток.

Таблица 1

Характеристики портландцемента

Портланд-цемент ЦЕМ I 42,5Н производства АО «Евро-цемент групп»	Тонкость помола по удельной поверхности, см <sup>2</sup> /г	Нормальная густота цементного теста, %	Сроки схватывания цементного теста, мин	Предел прочности при изгибе, МПа (в возрасте 7 суток)	Предел прочности при сжатии, МПа (в возрасте 7 суток)	Предел прочности при изгибе, МПа (в возрасте 28 суток)	Предел прочности при сжатии, МПа (в возрасте 28 суток)
Методика исследования	ГОСТ 310.2-1976	ГОСТ 310.3-1976	ГОСТ 30744-2001	ГОСТ 30744-2001	ГОСТ 30744-2001	ГОСТ 30744-2001	ГОСТ 30744-2001
Результат исследования	2 964,2	28,6	Начало схватывания – 146; конец схватывания – 244	6,04	26,83	8,12	52,48

Песок строительный с модулем крупности  $M_{кр} = 2,34$  – по ГОСТ 8736-2014 «Песок для строительных работ». Гранулометрический состав представлен в табл. 2.

Таблица 2

Гранулометрический состав песка

Остатки на ситах, %	Диаметр сит, мм						Модуль крупности $M_{кр}$
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	<0,16	
Частные	6,20	6,80	32,70	30,10	17,10	7,10	2,34
Полные	6,20	13,00	45,70	75,80	92,90	100,00	

Характеристики плотности песка:

насыпная плотность заполнителя, высушенного до постоянной массы,  $\rho_n = 1\,650 \text{ кг/м}^3$ ;

истинная плотность заполнителя  $\rho_u = 2\,650 \text{ кг/м}^3$ .

Для дисперсного армирования бетонов применялась металлическая многоанкерная фибра диаметром 20–25 мкм, длиной 5–15 мм (рис. 2).



Рис. 2. Металлическая крученая фибра

В ходе выполнения научно-исследовательской работы использовались стандартные методы испытаний и исследований сырьевых материалов и изделий на их основе.

Производились испытания прочности образцов на сжатие и на растяжение при изгибе в соответствии с ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам».

Проводились испытания с целью определения пористости материала в соответствии с ГОСТ 26633-2015 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия».

Низкомодульной фиброй выступает полипропиленовая фибра CemFibra (рис. 3).



Рис. 3. Полипропиленовая фибра CemFibra

Характеристики полипропиленовой фибры:

1. Длина – 12 мм.
2. Диаметр – 20 мкм.
3. Плотность – 0,9 г/см<sup>3</sup>.
4. Модуль упругости – 7,5–18 ГПа.
5. Удлинение при разрыве – 10–25 %.
6. Стойкая в щелочной среде.
7. Модуль Юнга – 3 500 Н/мм<sup>2</sup>.
8. Прочность на разрыв – 350 Н/мм<sup>2</sup>.
9. Температура размягчения – 145 °С.
10. Транспортирование, маркировка и хранение производятся по ГОСТ 2910-91.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенных исследований зависимости прочностных свойств мелкозернистого бетона от процентного содержания фибр приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты испытаний образцов-балочек размерами 40×40×160 мм

№ образца-балочки	Средняя плотность $\rho_{ср}$ , кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности при изгибе $R_{изг}$ , МПа	Предел прочности на сжатие $R_{сж}$ , МПа		
			Для одной половинки	Для второй половинки	Среднее значение
Образцы без фибры					
1	2 150,00	4,56	34,60	35,10	34,85
2	2 124,00	4,87	33,60	33,90	33,75
3	2 132,00	4,62	35,60	35,90	35,75
Итого среднее	2 135,33	4,68	–	–	34,78
Образцы с фиброй 2 % от общей массы					
1	2 164,00	5,24	35,80	36,10	36,00
2	2 156,00	5,49	35,40	34,60	35,00
3	2 176,00	5,13	37,80	37,40	37,60
Итого среднее	2 165,33	5,29	–	–	36,23
Образцы с фиброй 4 % от общей массы					
1	2 089,00	5,98	38,90	38,50	38,70
2	2 108,00	6,45	37,10	37,30	37,20
3	2 141,00	6,41	38,10	37,90	38,10
Итого среднее	2 112,67	6,28	–	–	38,00

№ образца-балочки	Средняя плотность $\rho_{\text{ср}}$ , кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности при изгибе $R_{\text{изг}}$ , МПа	Предел прочности на сжатие $R_{\text{сж}}$ , МПа		
			Для одной половинки	Для второй половинки	Среднее значение
Образцы с фиброй 6 % от общей массы					
1	2 098,00	5,54	39,10	38,40	38,70
2	2 112,00	5,67	38,40	38,90	38,60
3	2 087,00	5,68	39,30	39,50	39,40
Итого среднее	2 099,00	5,63	–	–	38,90

На основе значений, представленных в табл. 3, построены гистограммы зависимости прочности на растяжение при изгибе (рис. 4), а также зависимости прочности на сжатие от общего содержания металлической и полипропиленовых фибр (рис. 5).

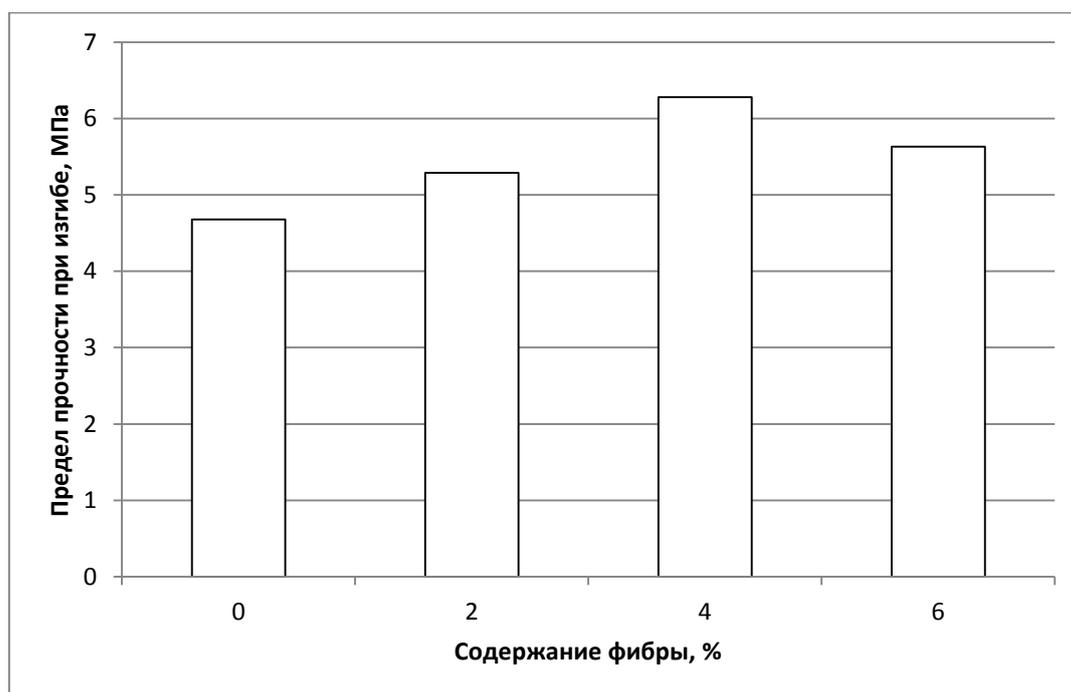


Рис. 4. График зависимости предела прочности при изгибе от содержания фибры

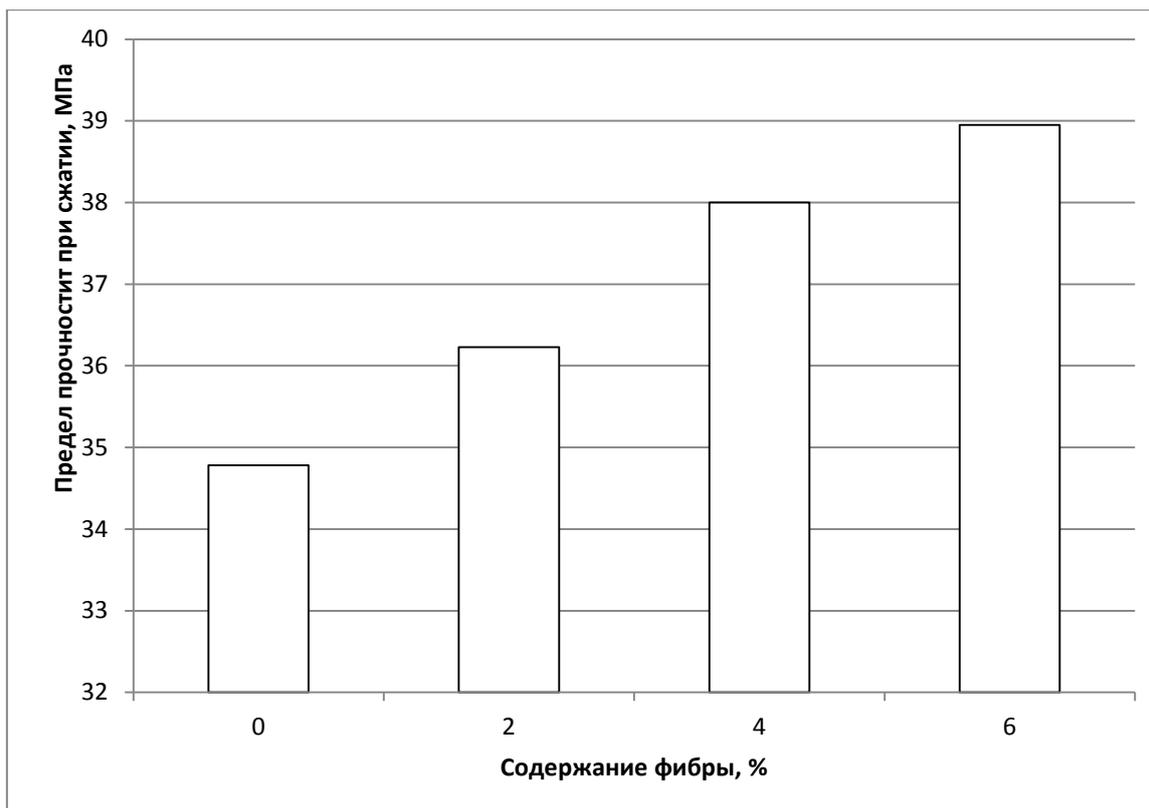


Рис. 5. График зависимости предела прочности при сжатии от содержания фибры

Испытания образцов на растяжение при изгибе показали наибольшие прочности у составов 3 (общее содержание волокон 4 %) и 2 (общее содержание волокон 2 %). Относительно малую прочность образцов из состава 1 можно объяснить отсутствием армирования. Образцы из состава 4 (общее содержание волокон 6 %) имеют переармированную структуру. Она приводит к снижению однородности (на это влияет различная концентрация содержания фибр по объему) бетонной матрицы, а следовательно, снижению предела прочности на растяжение при изгибе.

С увеличением количества волокон в составе образцов повышается и прочность на сжатие. Это связано с улучшением структуры фибробетона.

Немаловажным показателем является и плотность бетона. При различных условиях она положительно или негативно влияет на морозостойкость, водонепроницаемость, коррозионную стойкость. Гистограмма зависимости плотностей от содержания фибр приведена на рис. 6.

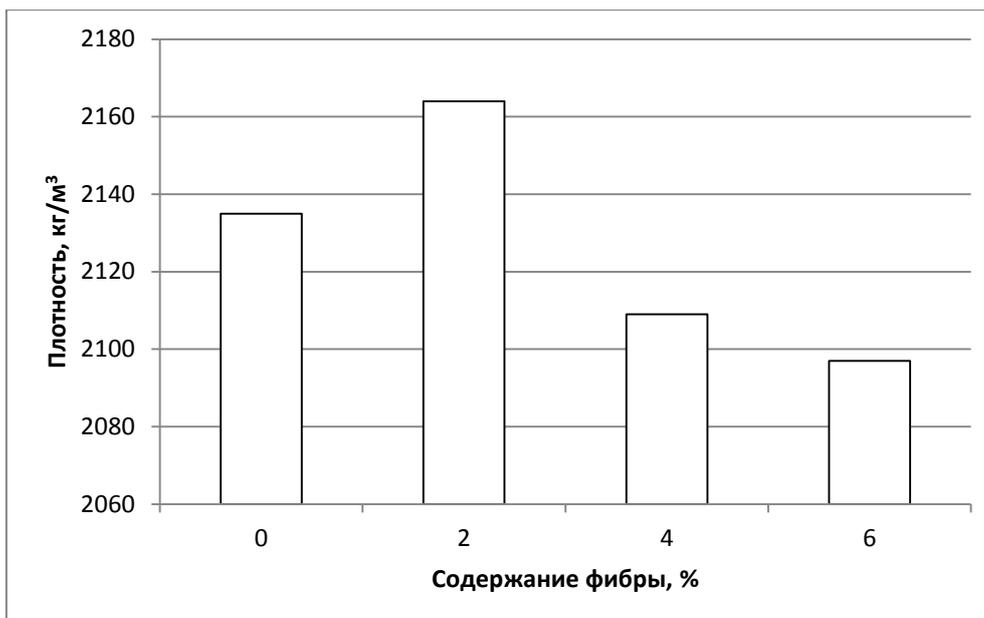


Рис. 6. График зависимости плотности образцов от содержания фибры

С увеличением количества волокон в составе образцов снижается плотность. Это связано с тем, что металлическая фибра и полипропиленовые волокна имеют более низкую плотность, чем бетонная матрица. Общая плотность при увеличении в бетоне количества волокон снижается.

Можно отметить, что оптимальным является состав с общим содержанием фиброволокон по объему 4 %. Опытные образцы, изготовленные из такого состава, имеют лучшие прочностные показатели и показатели плотности.

## ВЫВОДЫ

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы. Дисперсное полиармирование бетона низко модульными и высоко модульными волокнами является перспективным способом улучшения его свойств. Используя определенное сочетание волокон, можно получить композит, сочетающий в себе как повышенные прочностные характеристики, свойственные бетонам, армированным металлической крученой фиброй, так и высокие показатели долговечности, которые приобретают бетоны, армированные полипропиленовыми волокнами. Наиболее эффективным составом следует считать вариант армирования, содержащий 4 % металлической крученой фибры и 4 % полипропиленовой фибры. Фибробетоны данных составов близки по своим характеристикам и показали повышение прочности на изгиб относительно контрольного состава на 29 %. При этом нужно отметить определенный синергизм, который наблюдается в системе. Он проявляется в том, что в полиармированных бетонах волокна способны в

некоторой степени усиливать действия друг друга в сравнении с моноармированными составами. Это видно, к примеру, в улучшении характеристик морозостойкости или истираемости относительно моноармированных образцов.

### **Библиографический список**

1. Рабинович Ф.Н. Композиты на основе дисперсно армированных бетонов: вопросы теории и проектирования, технология, конструкции. М.: АСВ, 2015. 560 с.

2. Пухаренко Ю.В., Пантелеев Д.А., Жаворонков М.И. Определение вклада фибры в формирование прочности сталефибробетона // Вестник гражданских инженеров. 2018. № (60). С. 172–176.

3. Оптимизация состава цементного бетона для аэродромных покрытий / Н.М. Красникова [и др.] // Известия КГАСУ. 2020. № 2 (28). С. 166–172.

4. Бражник А.В. Монолитные дорожные цементные бетоны высокой морозостойкости с органоминеральным комплексом и фиброй: дисс. ... канд. техн. наук. Харьков, 2020. 151 с.

5. К вопросу выбора способа микрообъемного армирования мелкозернистого бетона / В.И. Трофимов [и др.] // Развитие дорожно-транспортного комплекса и строительной инфраструктуры на основе рационального природопользования: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. Омск: СибАДИ, 2012. Кн. 1. С. 460–465.

6. Кострикин М.П. Повышение эффективности дисперсного армирования путем комбинирования высоко- и низкомодульных волокон // Актуальные проблемы строительства: материалы 69-й Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, молодых ученых и докторантов. В 3 ч. СПб.: СПбГАСУ, 2016. Ч. 2. С. 305–308.

7. Кострикин М.П. Влияние дисперсного армирования на долговечность цементных бетонов для дорожного строительства // Актуальные проблемы строительства: материалы 70-й Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, молодых ученых и докторантов. СПб.: СПбГАСУ, 2017. С. 102–106.

8. Смирнова О.М. Влияние дисперсного армирования синтетическим макроволокном на прочность дорожного бетона // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2016. Т. 2. № 3. С. 15–19.

9. Смирнова О.М., Харитонов А.М. Прочностные и деформативные свойства фибробетона с макрофиброй на основе полиолефинов // Строительные материалы. 2018. № 12. С. 44–49.

10. Кострикин М.П. Характер и степень взаимодействия синтетической макрофибры с цементным камнем // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 4 (69). С. 116–120.

11. Rosidawani, Iswandi Imran, Saptahari Sugiri, Ivindra Pane. Behaviour of macro synthetic fiber reinforced concrete columns under concentric axial compression // Procedia Engineering. 2021. Vol. 125. Pp. 987–994.

12. Hasan M.J., Afroz M., Mahmud H.M.I. An Experimental Investigation on Mechanical Behavior of Macro Synthetic Fiber Reinforced Concrete // International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE-IJENS. 2011. Vol. 11. № 3. Pp. 18–23.

13. Кострикин М.П., Пантелеев Д.А. Разработка вариантов армирования бетона различными видами фибр и их комбинациями // Актуальные проблемы строительства: материалы Междунар. науч.-практ. конф студентов, аспирантов, молодых ученых и докторитов. СПб.: СПбГАСУ, 2014. С. 206–210.

14. Пантелеев Д.А. Деформативные и прочностные характеристики полиармированного фибробетона // Известия КГАСУ. 2015. № 3 (33). С. 133–139.

15. Фибробетонные конструкции с использованием полимерных волокон «ВСМ-БЕТОН» для объектов транспортного строительства / А.А. Савельев [и др.] // ЖБИ и конструкции. 2014. № 3. С. 60–65.

## **EFFICIENCY OF DISPERSED POLYARMING OF ROAD CONCRETE PAVEMENT WITH LOW-MODULUS AND HIGH-MODULUS FIBER**

**A.R. Egorov, V.I. Trofimov, V.B. Petropavlovskaya, T.B. Novichenkova**

***Abstract.** The results of experimental studies of the effect of low-modulus polymer microgrids and high-modulus twisted steel fiber of their combinations on the strength and durability characteristics of fiber concrete are presented. On the basis of the obtained test data of fiber-concrete samples for tensile bending, diagrams were constructed, according to which the influence of individual types of fibers and their combinations during poly-reinforcement on the nature of the destruction of composites was established, the values of their power and energy characteristics were calculated. The effective ratios between the fibers during polyarming have been determined, which make it possible to obtain fiber concrete with high strength and durability.*

***Keywords:** fibroconcrete, low-modulus microgrids, metal fiber, poly-reinforcement, strength, durability.*

Об авторах:

Егоров Андрей Романович – магистрант, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: akos1999@bk.ru

Трофимов Валерий Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры производства строительных изделий и конструкций, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: vitrofa@mail.ru

Петропавловская Виктория Борисовна – доктор технических наук, профессор кафедры производства строительных изделий и конструкций, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: victoriapetrop@gmail.com

Новиченкова Татьяна Борисовна – кандидат технических наук, доцент кафедры производства строительных изделий и конструкций, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: tanovi.69@mail.ru

About the authors:

Egorov Andrei Romanovich – Master Student of the Department of Production of Building Products and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: akos1999@bk.ru

Trofimov Valery Ivanovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Building Products and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: vitrofa@mail.ru

Petropavlovskaya Victoria Borisovna – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Building Products and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: victoriapetrop@gmail.com

Novichenkova Tatiana Borisovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Building Products and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: tanovi.69@mail.ru

**УДК 699.844**

## **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ БЕТОНОВ**

**А.С. Мицкевич, Ю.Ю. Курятников, В.И. Трофимов, Т.Б. Новиченкова**

**© Мицкевич А.С., Курятников Ю.Ю.,  
Трофимов В.И., Новиченкова Т.Б., 2023**

*Аннотация.* В статье рассмотрены основные аспекты разработки составов самоуплотняющегося бетона (СУБ). Описаны актуальные вопросы при проектировании СУБ. Установлено, что для уменьшения себестоимости эффективно применять техногенные отходы. Сделан вывод о возможности получения СУБ, обладающего высокими

*прочностными и деформационными характеристиками, с содержанием вторичного щебня в качестве заполнителя.*

**Ключевые слова:** *самоуплотняющийся бетон, бетонный лом, вторичное сырье, переработка, техногенные отходы, модификаторы.*

В последнее время в строительной отрасли все больше внимания уделяется энерго- и ресурсоэффективным материалам. Так, в современном строительстве зданий и сооружений из монолита широко применяются высокотехнологичные бетонные смеси, способные без какого-либо внешнего механического воздействия заполнять опалубку (в том числе густоармированную либо опалубку со сложной геометрической формой), сохраняя при этом связность и однородность. Их называют самоуплотняющимися бетонами (СУБ) [1].

Применение СУБ обеспечивает экономию трудозатрат, позволяет отказаться от использования специального оборудования для уплотнения смеси, способствует повышению скорости производства работ [2]. Самоуплотняющийся бетон – высокотехнологичный материал, характеристики которого в значительно большей степени, чем характеристики обычного бетона, связаны со свойствами и точностью дозировки материалов, применяемых для его изготовления [3].

Несмотря на имеющиеся разработки отечественных ученых, комплексной зависимости «состав – структура – свойства» для СУБ в настоящее время еще не создано. Структурные параметры бетона, такие как объемная концентрация цементного теста, истинное водоцементное отношение  $V/C_{ис}$ , водопотребности наполнителей, заполнителей и минеральных добавок, являются универсальными величинами для оценки и регулирования свойств и структуры бетона в процессе производства [4]. Установление таких зависимостей – актуальное научное направление в теории проектирования СУБ. Из-за высокого расхода цемента, минеральных добавок и значительного объемного содержания растворной составляющей в смеси СУБ обладают пониженным модулем упругости и повышенными деформациями усадки по сравнению с бетонами из жестких смесей и смесей с подвижностью П1–П4 [5]. Кроме этих недостатков, также стоит отметить, что высокая стоимость и большие расходы дорогих компонентов смеси приводят к значительному удорожанию  $1 \text{ м}^3$  смеси низких и средних классов по прочности.

Высокая стоимость СУБ обусловлена существенным расходом портландцемента, поэтому многие научные работы посвящены поиску методов сокращения расхода вяжущего без потери свойств СУБ. При проектировании СУБ важно ориентироваться на местные сырьевые компоненты в качестве крупных и мелких заполнителей, а также активные и инертные минеральные добавки с целью снижения удельной стоимости кубометра бетона. Для снижения стоимости компонентов СУБ

целесообразно использовать минеральные добавки из отходов промышленности. Основными применяемыми активными минеральными добавками техногенного происхождения являются зола-унос ТЭС и молотый доменный гранулированный шлак [5].

Проблема утилизации отходов промышленности и их использования в качестве сырья для производства строительных материалов актуальна не только за рубежом, но и в нашей стране. В первую очередь это связано с улучшением экологической ситуации и сокращением территории хранения. В современном мире использование вторичных заполнителей в качестве замены природным стало частой практикой, поскольку можно экономить природные ресурсы, сокращать потребление энергии и уменьшать количество отходов, отправляемых на полигоны [6, 7].

Доменный гранулированный шлак всегда рассматривался в качестве одной из наиболее перспективных минеральных добавок, способных заменить часть клинкера в цементе без значительного снижения его характеристик. За счет такой замены в различные периоды развития строительной индустрии решались разнообразные задачи, такие как снижение дефицита цемента и себестоимости его производства, повышение стойкости к сульфатной коррозии и эффективности тепловой обработки бетона, снижение ресурсоемкости производства и выбросов  $\text{CO}_2$  в атмосферу [8]. Введение шлака в состав СУБ может снижать его морозостойкость и прочность, особенно в раннем возрасте, но при этом шлак повышает коррозионную стойкость, а также улучшает другие характеристики бетона. Снижение ранней прочности бетона при частичной замене портландцемента молотым доменным шлаком может быть компенсировано щелочными активаторами твердения, например:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ .

Вместе с минеральными добавками неотъемлемым компонентом СУБ является высокоэффективный поликарбоксилатный суперпластификатор. Эффективные суперпластификаторы на основе модифицированных поликарбоксилатных эфиров снижают предельное напряжение сдвига смесей, существенно повышая их текучесть, в то время как тонкодисперсные минеральные добавки (и/или модификаторы вязкости) повышают вязкость растворной части для предотвращения расслоения бетонной смеси [9]. В то же время разжижающая способность суперпластификаторов весьма чувствительна к особенностям химико-минералогического состава цемента, а также минеральных добавок, что в современном бетоноведении трактуется как совместимость добавок. Так, поликарбоксилатные суперпластификаторы обычно плохо совместимы с высокоалюминатными цементами, снижается их эффективность в присутствии повышенного содержания щелочей, при низкой температуре окружающей среды [10].

На основании анализа литературных источников установлено, что оптимальное сочетание эффективных суперпластификаторов и высокодисперсных кремнеземсодержащих материалов техногенного происхождения (микрокремнезема, кварцевой муки, молотого доменного шлака) позволяет направленно управлять реологическими свойствами бетонных смесей, модифицировать структуру и свойства самоуплотняющихся бетонов [1, 3].

Стоимость суперпластификаторов на основе поликарбоксилатных эфиров, а также микрокремнезема остается достаточно высокой. Это приводит к необходимости искать решения по разработке составов полифункциональных модификаторов (основу которых составляют различные отходы промышленности), обеспечивающих получение бетонных смесей и бетонов с нормируемыми показателями качества [5].

Для снижения стоимости СУБ в качестве заполнителей используют вторичный щебень из бетонного лома. При этом возникает проблема повышения водопотребности бетонной смеси и, как следствие, происходит снижение прочности бетона. Решение проблемы возможно за счет активации вторичного щебня, но данное направление требует дальнейших исследований [7–10].

#### **Библиографический список**

1. Иванова Т.А., Колесникова Л.Г. Оценка эффективности применения бетонного лома в качестве крупного заполнителя для бетона // Инженерный вестник Дона. 2022. № 3. С. 7–10.
2. Шевченко В.А., Шатрова С.А. Исследование возможности получения заполнителя для бетонов из бетонного лома // Эпоха науки. 2017. № 9. С. 2–6.
3. Повышение эффективности бетонов с использованием рециклингового заполнителя / О.А. Ларсен [и др.] // Техника и технология силикатов. 2021. Т. 26. № 2. С. 46–52.
4. Наруть В.В. Разработка составов самоуплотняющегося бетона на основе бетонного лома с использованием структурных характеристик / В.В. Наруть [и др.] // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2021. № 4. С. 8–16.
5. Наруть В.В., Ларсен О.А. Оптимизация состава самоуплотняющегося бетона на основе бетонного лома промышленных зданий // Бюллетень строительной техники. 2020. № 3 (1027). С. 56–59.
6. Денисевич Д.С., Шнайдер А.В., Ибе Е.Е. Физико-механические особенности материалов на основе бетонного лома // Вестник Евразийской науки. 2020. № 3. С. 4–6.
7. Толыпина Н.М., Щигорева Е.М., Головин М.В. Повышение коррозионной стойкости бетонов путем применения активных

заполнителей второго типа // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2019. № 2. С. 58–72.

8. Лесовик Р.В. Композиционные вяжущие на основе бетонного лома // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2020. № 7. С. 1–3.

9. Магсумов А.Н. Использование бетонного лома в качестве крупного заполнителя для производства бетонных смесей // Символ науки. 2018. № 6. С. 3, 4.

10. Бедов А.И., Ткач Е.В., Пахратдинов А.А. Вопросы утилизации отходов бетонного лома для получения крупного заполнителя в производстве железобетонных изгибаемых элементов // Вестник МГСУ. 2016. № 5. С. 91–93.

## **CURRENT ISSUES IN THE DESIGN OF SELF-COMPACTING CONCRETE**

**A.S. Mitskevich, Y.Y. Kuryatnikov, V.I. Trofimov, T.B. Novichenkova**

***Abstract.** This article discusses the main aspects of the development of compositions of self-compacting concrete (SUB). Topical issues in the design of the DBMS are described. To reduce the cost effectively use man-made waste. The conclusion is made about the possibility of obtaining a SUB with high strength and deformation characteristics, with the content of secondary crushed stone as a filler.*

***Keywords:** self-compacting concrete, concrete scrap, secondary raw materials, recycling, man-made waste, modifiers.*

Об авторах:

Мицкевич Анастасия Сергеевна – магистрант, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: anastasiamickevic85@gmail.com

Курятников Юрий Юрьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры производства строительных изделий и конструкций, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: yuriy-@yandex.ru

Трофимов Валерий Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры производства строительных изделий и конструкций, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: vitrofa@mail.ru

Новиченкова Татьяна Борисовна – кандидат технических наук, доцент кафедры производства строительных изделий и конструкций, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: tanovi.69@mail.ru

About the authors:

Mitskevich Anastasia Sergeevna – Master's Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: anastasiamickevic85@gmail.com

Kuryatnikov Yury Yuryevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Building Products and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: yuriy-k@yandex.ru

Trofimov Valery Ivanovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Building Products and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: vitrofa@mail.ru

Novichenkova Tatiana Borisovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Building Products and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: tanovi.69@mail.ru

УДК 691

## СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ С СОВМЕСТНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДРЕВЕСИНЫ И МЕТАЛЛА

Ю.В. Сизов, И.А. Аполлонов

© Сизов Ю.В., Аполлонов И.А., 2023

*Аннотация.* В статье рассмотрено совместное применение древесины и металла в строительных конструкциях нового поколения. Описаны существующие конструкции, в которых данные строительные материалы объединены. Показаны свойства конструкций, приведены их характеристики, а также указана область применения.

*Ключевые слова:* металлодеревянные конструкции, ХТС-балка, металлоцекавитная балка, металлодеревянная ферма, МЗК.

В современном мире строительство зданий и сооружений является одной из важнейших задач. В связи с этим стремятся получить новые строительные материалы с конкретными свойствами. Например, пытаются получить более легкие конструкции с сохранением их несущей способности или конструкции с заданными изначально параметрами, но с меньшей стоимостью. Одними из таких можно считать конструкции с объединением древесины и металла [1].

Дерево – один из самых древних строительных материалов. Оно обладает рядом ценных свойств. Металл в качестве материала строительства стали использовать гораздо позже, при этом его свойства лучше, чем у дерева. Тем не менее каждый материал имеет свои

недостатки, а поэтому были созданы новые конструкции, чтобы их нивелировать.

Первая из конструкций – ХТС-балка (рис. 1). Она представляет собой двутавровое сечение с верхним и нижним поясами из ЛВЛ-бруса, а также стенкой из гофрированного металлопрофиля, изготовляемого из оцинкованной стали. Стенка покрывается огнеупорной краской. Область применения металлодеревянных балок ХТС: малоэтажное домостроение; реконструкция перекрытий жилых и общественных зданий; возведение мансард у существующих зданий [1].

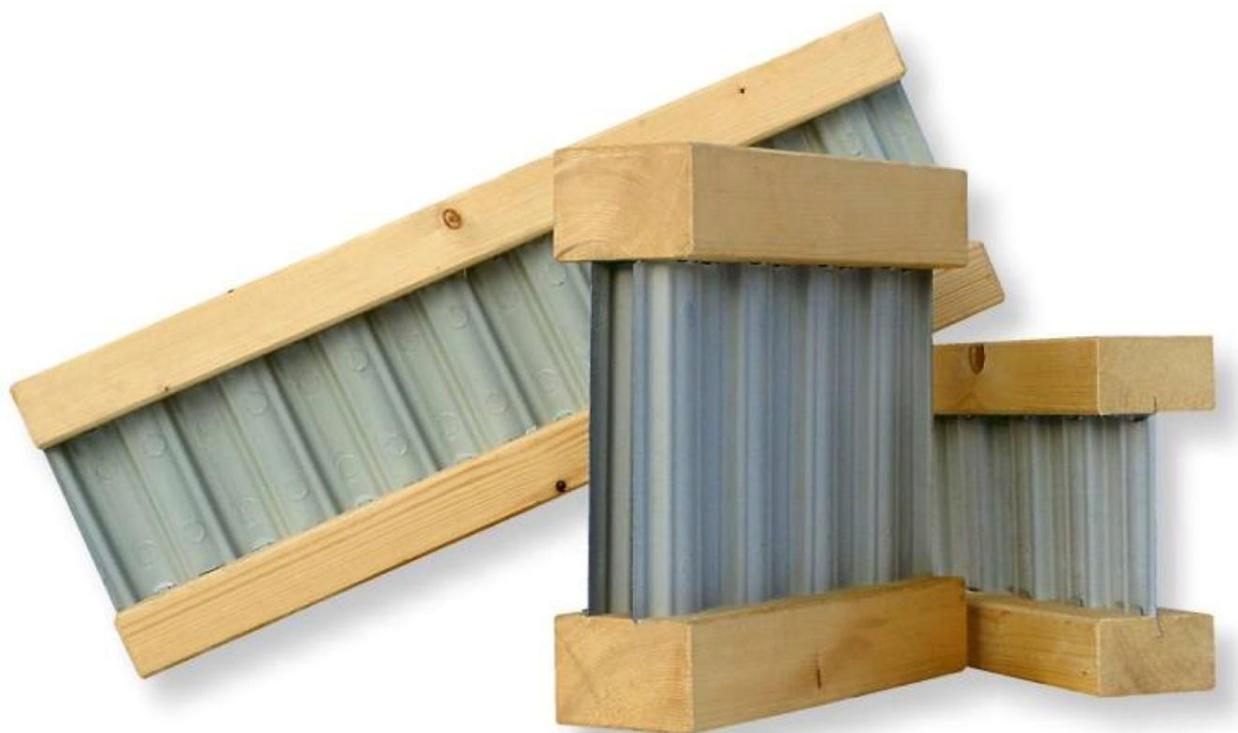


Рис. 1. Балка ХТС

Другая часто используемая конструкция – металлоцекавитная балка. Из легких металлоцекавитных балок, плит покрытия и перекрытий можно конструировать несущие каркасы зданий (рис. 2). Помимо этого, такие балки эффективно используют в поясах стропильных ферм, в арках при внеузловой нагрузке. Конструкция обладает повышенным показателем огнестойкости за счет специальной обработки древесины. Во время землетрясений она способна выдерживать до 9 баллов по шкале Рихтера. При производстве металлоцекавитных балок используются ТУ 5285-002-22477211-03. Для производства ХТС- и металлоцекавитных балок требуется особое технологическое оборудование, поэтому такие конструкции есть только заводского изготовления. Недостатком является

отсутствие в межэтажном пространстве каких-либо проемов и отверстий, что не позволяет прокладывать коммуникации [2].

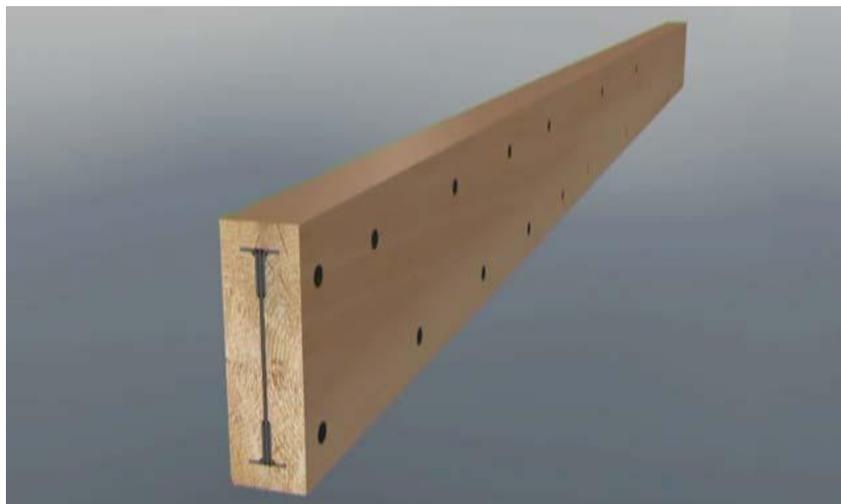


Рис. 2. Металлоцекавитная балка

Помимо вышеназванного, существуют и другие фермы с объединением металла и древесины. Одна из них – металлодеревянная с поясами из деревянного бруса, скрепленными металлическими зубчатыми кронштейнами (МЗК) (рис. 3). Это высокотехнологичная конструкция заводского производства. Создание металлодеревянной фермы на МЗК в построечных условиях путем забивки кронштейна невозможно. Металлические зубчатые кронштейны изготавливают сложной выштамповкой оцинкованных листов в заводских условиях, что обуславливает их высокую стоимость. Область применения подобных металлодеревянных ферм ограничена сортаментом МЗК [3].



Рис. 3. Металлодеревянные фермы на МЗК

Другой пример – металлодеревянная ферма, состоящая из деревянного бруса для поясов, который соединен с решеткой из круглых труб (рис. 4). В узлах в качестве соединительных элементов используются одиночные металлические цилиндрические нагели, при этом пояса имеют продольный пропил, куда вставляют сплюсненные концы элементов решетки. От диаметра соединительного нагеля зависят размеры бруса для поясов, что определяет несущую способность фермы. Помимо этого, при изготовлении элементов решетки необходимы специальные технологические операции по сплющиванию труб с предварительным нагревом.

Производство металлодеревянных ферм на МЗК и с решеткой из круглых труб, как и других металлодеревянных балок, требует специального заводского технологического оборудования. Большим преимуществом является возможность устраивать в межферменном пространстве технологические коммуникации. Это позволяет уменьшить строительную высоту [4].



Рис. 4. Металлодеревянная ферма с решеткой из круглых труб

Подводя итоги, следует отметить, что при объединении металла и древесины получается множество новых конструкций, свойства которых, если сравнивать с изначальными у металла и древесины по отдельности, лучше. Достаточно широкое использование указанных конструкций – яркое тому подтверждение. Таким образом, можно говорить, что подобное сочетание материалов является прогрессивным.

### **Библиографический список**

1. Рекомендации по проектированию и применению двутавровых деревянных балок и стоек на основе ориентированно-стружечной плиты OSB-3 для строительства и реконструкции малоэтажных зданий в Российской Федерации. Самара: НПО «Экотехносервис», 2010. 29 с.
2. Зубарев Г.Н., Лялин И.М. Конструкции из дерева и пластмасс: учебное пособие для студентов вузов. М.: Высшая школа, 1980. 311 с.
3. Металлодеревянные фермы построечного изготовления из традиционных профилей / Н.В. Каширина [и др.] // Металлические конструкции. 2017. Т. 23. № 1. С. 39–46.
4. Ayman S.M. Structural evaluation and design procedure for wood beams repaired and retrofitted with FRP laminates and honeycomb sandwich panels // Composites Part B: Engineering. 2016. № 87. Pp. 196–213.

## **BUILDING STRUCTURES WITH COMBINED USE OF WOOD AND METAL**

**Yu.V. Sizov, I.A. Apollonov**

***Abstract.** The article discusses the combined use of wood and metal in building structures of a new generation. Existing structures with the combination of these two building materials are considered. Their properties are described, some characteristics are given, and the scope is also described.*

***Keywords:** metal-wood structures, HTS-beam, metal-cecavit beam, metal-wood truss, MZK.*

Об авторах:

Сизов Юрий Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры конструкций и сооружений, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: uvsizov1961@yandex.ru

Аполлонов Илья Алексеевич – магистрант, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: apollonov.99@mail.ru

About the authors:

Sizov Yury Vladimirovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Structures and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: uvsizov1961@yandex.ru

Apollonov Ilya Alekseevich – Master's Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: apollonov.99@mail.ru

УДК 691.12

## ГИПСКОСТРОБЕТОН – МАТЕРИАЛ БУДУЩЕГО

Д.В. Шibaева, Т.Б. Новиченкова,  
В.Б. Петропавловская, Ю.Ю. Курятников

© Шibaева Д.В., Новиченкова Т.Б.,  
Петропавловская В.Б., Курятников Ю.Ю., 2023

*Аннотация.* В статье приведен краткий обзор применения сельскохозяйственных отходов в строительстве. Анализ литературных источников показал, что использование отходов растениеводства в качестве заполнителей, с одной стороны, экономически выгодно и целесообразно, дает возможность вовлечь отходы в производство востребованной продукции, а с другой – эффективно для получения новых видов бетона и их модификаций, удовлетворяющих всем современным требованиям, особенно тепло- и шумоизоляционным.

*Ключевые слова:* гипсобетон на основе органических заполнителей, костра льна, арболит, костробетон.

Подобно тому как энергоэффективность сооружения играет важную роль для сокращения затрат при эксплуатации, так и ресурсоэффективность является чрезвычайно значимым аспектом при возведении здания. Экономия ресурсов – это в первую очередь минимизация отрицательного воздействия на окружающую среду [1].

Основными направлениями экономического и социального развития в условиях энергетического кризиса выступают развитие производства эффективных строительных материалов и экономия топливно-энергетических ресурсов за счет применения новых теплоизоляционных материалов [2].

Дополнительным источником сырья для производства энергосберегающих строительных материалов могут служить отходы сельского хозяйства. К ним относятся остатки растений, такие как стебли злаковых культур, шелуха зерна и костра [2].

В последние годы наметился рост производства и переработки льна как в России, так и во всем мире. Костра льна является отходом производства и в то же время эффективным материалом для переработки в материалы различного назначения. Это обусловлено особенностями ее физико-химического строения и дешевизной [3].

Количество целлюлозы в костре льна достигает 64 %, тогда как в древесине лиственных пород ее содержание составляет около 47 %, в древесине хвойных пород – 58 %. В костре льна содержится меньше сахаросодержащих соединений, чем в древесине, что делает возможным использование костры для производства строительных материалов на минеральных вяжущих, включая цемент, гипс. В ряде случаев костра льна позволяет заменить древесное сырье и получить плиты или блоки с более высокими физико-механическими характеристиками [4].

В целях решения проблемы ресурсосбережения и охраны окружающей среды требуется уменьшать долю композитов на основе традиционного цементного вяжущего, выбирать альтернативные вяжущие вещества, такие как гипс.

Гипс – природный минеральный материал, не содержащий токсичных компонентов или веществ. В настоящее время мировые запасы природного гипса, по разным оценкам, составляют более 7,5 миллиарда тонн, причем половина добывается в России. Такие запасы в полной мере обеспечивают потребности строительного сектора на долгие годы (даже при существенном увеличении использования гипса в данной отрасли) [1].

Решение проблемы утилизации растительных отходов и их вторичного использования – очень важный аспект с позиции экологии и сохранения природной среды для будущих поколений [5].

Из всех отходов растениеводства более конкурентоспособна костра льна. Ее преимущества заключаются в следующем:

1. Экологически чистый материал.
2. Материалы с использованием льняной костры имеют сравнительно небольшую стоимость.
3. Является природным антисептиком.
4. Материалы с использованием костры льна имеют хорошие звуко- и теплоизоляционные характеристики.
5. Сравнительно высокая долговечность. Не гниет. При длительной эксплуатации не меняет и не утрачивает своих исходных характеристик и свойств.
6. Биологическая стойкость. Не съедается вредителями (насекомыми и грызунами).
7. Имеет высокий показатель паропроницаемости и пористости. Это позволяет стене «дышать». К тому же высокая паропроницаемость исключает образование и скопление конденсата внутри стены

(образование конденсата в стеновых материалах может привести к стремительному уменьшению теплотехнических характеристик и разрушению материала при замерзании) [6].

Композиция костры льна и гипса представляет собой облегченный материал с улучшенными теплоизоляционными параметрами. Исследование такого гипсокостробетона проводилось в Тверском государственном техническом университете. Результаты не противоречат известным закономерностям, однако полученные сведения о прочности и плотности подтверждают положительный технический эффект от введения добавки. При увеличении содержания костры в составе композита от 20 до 25 % плотность гипсокостробетона снижается на 33,5 % в возрасте 2 ч при других неизменных факторах. Снижение плотности при  $V/T = 0,65$  составило 33 % на 8-е сутки твердения [5].

Таким образом, введение в состав гипсового камня местного отхода сельского хозяйства (костры льна) позволяет расширить сырьевую базу по производству строительных материалов в регионе и снизить нагрузку на окружающую среду [5].

Гипс является отличным связующим для органических заполнителей. Это было показано в статьях [7, 8]. В Кыргызском государственном университете строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова было проведено исследование, в котором для получения арболита использовались стебли соломы пшеницы, а вяжущим веществом выступал строительный гипс. По результатам эксперимента был предложен рациональный комплексный состав растительно-вяжущей композиции для водостойкого стенового арболита из местного сырья, включающий солому, гипс, добавки и воду [7]. Данный состав является более экономичным в сравнении с известной технологией.

Гипс – отличная альтернатива цементу в арболите. Данный вывод можно сделать из работы Ченстоховского политехнического университета (Польша). В ней изучался гипсовый композит с опилками хвойных пород. В результате исследования образцы показали относительно высокую прочность на изгиб, а также низкую кажущуюся плотность. Кроме того, было установлено, что грибы в данных композитах отсутствовали, и это несомненный плюс. Гипсовые композиты, содержащие опилки, могут найти широкое применение в строительстве. Включение большого процента наполнителя – недорогой и эффективный способ создания легких строительных элементов, а опилки всегда доступны, так как являются отходами деревообработки [8].

Таким образом, введение в состав гипсового камня местного отхода сельского хозяйства (костры льна) позволяет расширить сырьевую базу по производству строительных материалов в регионе и снизить нагрузку на окружающую среду [5].

Данный материал отлично подходит для малоэтажного строительства, которое сейчас пользуется спросом [8–11], а также для решения проблем энергосбережения и экономии ресурсов, что актуально в наше время.

Еще одним направлением утилизации отходов растениеводства является производство модификаторов. Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими провел исследование, результатом которого стало получение эффективных органических модификаторов из местных видов сырья (стеблей и листьев камыша, стеблей и листьев хлопчатника и т.д.). Такие модификаторы способствуют значительному улучшению свойств вяжущих веществ. Они могут найти широкое применение в составах сухих строительных смесей, поскольку позволяют (в зависимости от количественного содержания) получить композиции с определенными свойствами согласно требованиям технологии выполнения строительных работ [12].

#### **Библиографический список**

1. Сычев Д.А., Кузнецова Е.В. Ресурсосберегающие технологии при возведении жилого здания // Шаг в науку. 2021. № 1. С. 102–105.

2. Гавриленко А.А., Капуш И.Р., Любин П.А. Применение отходов сельскохозяйственной промышленности для синтеза легкого бетона в строительстве // StudNet. 2022. № 4. С. 2351–2361.

3. Новиченкова Т.Б., Карпова Д.А., Ясюкович В.А. Исследование свойств гипсовых материалов на основе костры льна // Строительные материалы и изделия: материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых. Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2020. С. 3399–3404.

4. Бакатович А.А., Давыденко Н.В., Должонок А.В. Стеновые материалы на основе соломы и костры льна с высокими теплоизоляционными свойствами // Вестник Полоцкого государственного университета. 2016. № 8. С. 28–32.

5. Петропавловская В.Б., Новиченкова Т.Б., Завадько М.Ю. Теплоизоляционный гипсокостробетон // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». 2020. № 2 (6). С. 29–38.

6. Быстрова Е.М., Разин С.Н. Использование отходов переработки льна // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе:

материалы 71-й Международной научно-практической конференции. Караево: КГСХА, 2020. Т. 2. С. 28–33.

7. Матыева А.К. Модифицированный арболит из местного сырья Кыргызской республики по энергосберегающей технологии для ограждающих конструкций зданий // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 4. С. 33–37.

8. Regulska K., Repelewicz A. Properties of gypsum composites with sawdust // Modern Building Materials: collection of articles of the XXII International Scientific Conference «Construction the Formation of Living Environment». 2019. № 02037. 6 p.

9. Есельбаева А.Г., Кинжигареева А.С. Энергоэффективный арболит для малоэтажного строительства // Парадигма. 2021. № 4. С. 26–29.

10. Арболит: анализ преимуществ и недостатков строительного материала / И.А. Мамонтов [и др.] // Актуальные вопросы современной науки и образования: материалы Международной научно-практической конференции. Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2020. С. 261–263.

11. Коровяков В.Ф., Бурьянов А.Ф. Научно-технические предпосылки эффективного использования гипсовых материалов в строительстве // Жилищное строительство. 2015. № 12. С. 38–40.

12. Растительное сырье для получения эффективных органических модификаторов вяжущих веществ / А. Шарифов [и др.] // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2017. Т. 60. № 5-6. С. 259–262.

## **GYPSUM CONCRETE – THE MATERIAL OF THE FUTURE**

**D.V. Shibaeva, T.B. Novichenkova,  
V.B. Petropavlovskaya, Y.Y. Kuryatnikov**

***Abstract.** In the article, on the basis of previous studies, the use of agricultural waste in construction has been studied. An analysis of literary sources has shown that the use of crop waste as aggregates, on the one hand, is economically viable and expedient, helps to dispose of unnecessary waste in the right direction, and on the other hand, it is effective for obtaining new types of concrete and their modifications that meet all modern requirements, especially heat and soundproof.*

***Keywords:** gypsum concrete based on organic aggregates, flax fibre, wood concrete, fire concrete.*

Об авторах:

Шибаета Дарья Владимировна – магистрант, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: DashaShibaeva2013@gmail.com

Новиченкова Татьяна Борисовна – кандидат технических наук, доцент кафедры производства строительных изделий и конструкций, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: Tanovi69@mail.ru

Петропавловская Виктория Борисовна – доктор технических наук, профессор кафедры производства строительных изделий и конструкций, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: victoriapetrop@gmail.com

Курятников Юрий Юрьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры производства строительных изделий и конструкций, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: yuriy-@yandex.ru

About the authors:

Shibaeva Daria Vladimirovna – Master's Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: DashaShibaeva2013@gmail.com

Novichenkova Tatyana Borisovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Building Products and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: Tanovi69@mail.ru

Petropavlovskaya Victoria Borisovna – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Building Products and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: victoriapetrop@gmail.com

Kuryatnikov Yuri Yuryevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Building Products and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: yuriy-k@yandex.ru

## 4. ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

УДК 681.11.031.1

### ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

А.Н. Макаров, М.К. Гурина, Д.Н. Михайлов

© Макаров А.Н., Гурина М.К.,  
Михайлов Д.Н., 2023

*Аннотация.* Статья посвящена применению накопителей энергии в различных секторах экономики, а также развитию их использования в Российской Федерации. Рассмотрены основные функции накопителей электроэнергии, способствующие их применению.

*Ключевые слова:* накопители энергии, рынок электроэнергии, энергосистема, качество электроэнергии, экономия.

Накопители энергии (НЭ) – это системы, способные одновременно производить и потреблять ресурс, а также хранить энергию в различных формах с использованием топливных элементов, аккумуляторов, конденсаторов, водорода и т.д. Накопители энергии в настоящее время являются одним из ключевых элементов в «умной» энергетике. Функции НЭ в электросетевом комплексе:

поддержание качества электроэнергии на уровне, соответствующем ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» (с помощью регулирования частоты и напряжения);

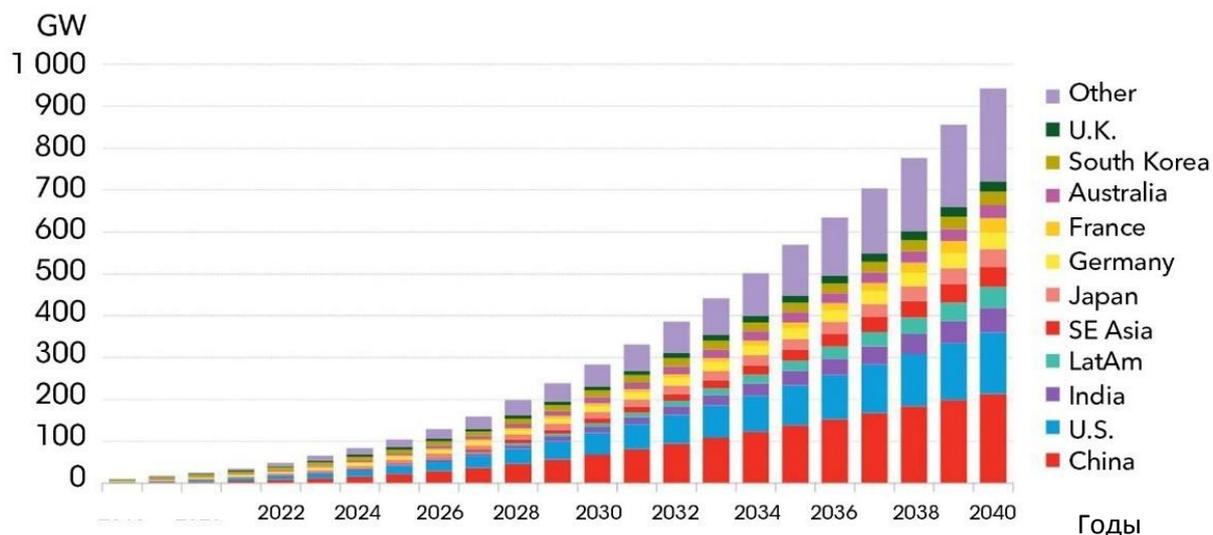
резервирование электроснабжения на время выхода из строя участка распределительной сети или распределенной генерации;

резервирование систем обеспечения собственных нужд подстанций.

Основная ценность НЭ заключается в том, что все названные функции они могут выполнять одновременно. Эта модель дает российской энергетике возможность значительно улучшить свою эффективность, а также поддерживать конкурентоспособность энергоемкой промышленности, которая в ближайшие 15–20 лет будет вносить основной вклад в экономику (даже в случае перехода от сырьевой модели развития к использованию НЭ). Кроме того, модель позволит сдерживать рост цен на электроэнергию за счет повышения коэффициента

использования уже существующих сетей и снижения потребности в создании новых мощностей.

Агентство Bloomberg составило прогноз суммарной мощности установленных в мире НЭ к 2040 году. По их подсчетам, показатель мощности превысит 1 000 ГВт (рисунок) [1].



Прогноз суммарной установленной мощности НЭ в мире к 2040 году [1]

Если говорить об области применения НЭ, то выделить только одну нельзя, так как НЭ варьируются от гидроаккумулирующих станций до аккумуляторных батарей. Каждая из них имеет свои характеристики, преимущества, недостатки, а также области применения. Существует несколько основных сфер применения НЭ:

1. Поддержка энергосистемы.
2. Выравнивание профиля нагрузок.
3. Установка НЭ на стороне потребителя.
4. Поддержка энергосистемы с помощью выравнивания напряжения.

Для определения целесообразности применения накопителей энергии необходимо оценить каждый конкретный проект в комплексе и, помимо вышеперечисленных сфер применения НЭ, также обратить внимание на энергобезопасность, экологические аспекты и увеличение количества рабочих мест.

Для *выравнивания пиков* следует использовать накопители большой емкости. Существует несколько вариантов их установки:

1) на электростанции. Распространено в солнечной энергетике, например электростанциях, работающих по технологии Thermal Solar. Минеральные соли плавятся на солнце, и их расплав держит тепло

достаточно долгое время. Благодаря данной особенности генерация электричества стабильно происходит круглые сутки;

2) у потребителя. Аккумулятор заряжается от сети во время, установленное пользователем. Последний может задавать ночной интервал, когда тариф на электроэнергию ниже, тем самым экономя свои средства и снижая мощность в пиковые часы для энергосетевой компании;

3) в ключевых узлах электросети. Клиенты электрической компании могут получать от накопителя на пиках потребления гораздо большую мощность, чем могла бы выдержать ЛЭП. Этот метод использовали еще на Загорской гидроаккумулирующей электростанции в 1987 году в Москве.

В России рынок накопителей пока находится на первом этапе развития. До 2018 года накопление и хранение энергии в промышленном секторе происходило только за счет гидроаккумулирующих станций. Сейчас Российская Федерация начинает формировать свой рынок НЭ.

В РФ за счет применения накопителей можно решить некоторые задачи:

заменить устаревшие активы. Из-за больших расстояний, низкой плотности потребления и высокой стоимости строительства сформировался высокий сетевой тариф, а возраст активов достигает 40–60 лет. Требуется их замещение. Замещение и смещение сроков инвестпроектов в сетевом комплексе являются более ценной услугой, чем, например, в Германии или Японии, где можно наблюдать высокую плотность сетей и более высокую загрузку;

повысить качество электроэнергии. У большинства потребителей наблюдаются провалы напряжения в связи с большими протяженностями линий и износом оборудования.

В августе 2017 года Минэнерго России опубликовало «Концепцию развития рынка систем хранения электроэнергии в Российской Федерации». В документе сформулированы приоритеты и ключевые меры для создания в РФ новой перспективной отрасли.

Указанный документ содержит рекомендации для формирования промышленного потенциала. В частности, в среднесрочной перспективе рекомендуется [4]:

развивать инженерные и инжиниринговые компании для создания накопителей и реализации комплексных решений на базе устройств накопления электрической энергии;

осуществлять трансфер перспективных доступных технологий и интегрировать в них конкурентоспособные компоненты отечественного производства;

развивать собственный промышленный потенциал.

Согласно Концепции [4], исследования и разработки необходимо проводить по крупным направлениям. Среди них можно выделить:

разработку аккумуляторных хранилищ малой и средней мощности. Они будут отличаться большим сроком службы и низкой стоимостью эксплуатации;

создание критических элементов НЭ (аккумуляторных ячеек, силовых преобразовательных устройств и т.п.);

разработку систем хранения электричества большой мощности с низкими капитальными затратами.

В феврале 2022 года Правительство РФ выпустило распоряжение № 356-р «О подписании соглашения о намерениях между Правительством Российской Федерации и Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом» в целях развития в Российской Федерации высокотехнологичной области «Технологии создания систем накопления электроэнергии, включая портативные».

На данный момент в России есть потенциал для использования накопителей энергии. Это связано с рядом проблем в сфере энергетики: качеством электроэнергии, которое не соответствует нормам; удаленностью от источников генерации и, соответственно, нерентабельностью новых ЛЭП; неразвитым использованием возобновляемых источников энергии и т.д.

Сейчас один из немногих механизмов, куда внедрили систему НЭ, – регулирование частоты. Это повлекло за собой увеличение масштабов строительства. В США накопителям был предоставлен отдельный сегмент рынка системных услуг. Накопитель имеет возможность покупать электроэнергию по цене оптового рынка для заряда. Эта возможность существует не во всех странах. Например, в Германии накопители освобождаются от уплаты сетевого тарифа всего на 20 лет с момента ввода в эксплуатацию [5].

Впоследствии регулятор изменил условия для накопителей, повысив требования к удельной энергоемкости установки. Аналогичные ухудшения условий произошли на рынке Великобритании, где накопители получили доступ также на рынок мощности, рынок системных услуг и балансирующий рынок. В результате объем ввода накопителей в целях регулирования частоты снизился, однако шаг регулятора, простимулировавшего накопители на рынке системных услуг, дал мощный толчок развитию отрасли, что способствовало снижению цен и отработке технологий.

Германия – один из лидеров по поддержке систем накопления энергии. Такая поддержка зачастую осуществляется через гранты. По оценке Ассоциации систем накопления энергии Германии (Bundesverband Energiespeicher), в Германии в 2018 году установлено порядка 380 МВт распределенных малых систем накопления энергии и около 320 МВт больших (grid-scale) систем накопления энергии. Потребность в накопителях к 2030 году в Германии оценивается в 8,4 ГВт.

Использование систем накопления энергии в Германии идет в различных направлениях:

на стороне потребителей – вместе с солнечными панелями (в настоящее время в Германии работает более 1,7 миллиона солнечных электростанций суммарной пиковой установленной мощностью 43 тысячи МВт);

агрегированная система НЭ на стороне потребителей – энерго-снабжающие компании в Германии предлагают потребителям использование совместных систем накопления, обслуживающих микрорайон или определенное домохозяйство;

участие агрегированных множеств в рынке регулирования частоты.

Энергетические системы уже в настоящее время ориентированы на рациональное и ответственное использование ресурсов для предотвращения пагубного влияния на окружающую среду. Об этом можно судить по применению возобновляемых источников энергии, активному внедрению электротранспорта (как личного, так и общественного), а также по стремлению компаний к переработке разного рода ресурсов. Использование накопителей энергии будет расти сопоставимо с увеличением мощностей производства, что повлечет за собой положительные изменения в энергетическом секторе как России, так и других стран.

### **Библиографический список**

1. Bloomberg. URL: <https://www.bloomberg.com/europe> (дата обращения: 08.12.2022).

2. Елпидифров В.Ю. Накопители электроэнергии. Основные направления использования в электросетевом комплексе // Электроэнергия. Передача и распределение. 2021. № 1 (64). С. 44–48.

3. Костюк Р.К. Экономия на накоплении: основные направления интеграции СНЭ в электросетевой комплекс // Научно-технический журнал РУМ. 2020. № 4 (594). С. 28–32.

4. Концепция развития рынка систем хранения электроэнергии в Российской Федерации. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/9029> (дата обращения: 20.12.2022).

5. Применение систем накопления энергии в России: возможности и барьеры / А.Ю. Абрамов [и др.]. 2019. URL: <https://www.eprussia.ru/upload/iblock/1b8/1b83729ddd27beaeb629e380293a4585.pdf> (дата обращения: 20.12.2022).

6. О подписании Соглашения о намерениях между Правительством Российской Федерации и Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом» в целях развития в Российской Федерации высокотехнологичной области «Технологии создания систем накопления электроэнергии, включая портативные»: распоряжение Правительства

## APPLICATION AND PROSPECTS OF ELECTRICITY STORAGE SYSTEMS

**A.N. Makarov, M.K. Gurina, D.N. Mikhailov**

***Abstract.** This article is devoted to the use of energy storage devices in various sectors of the economy, as well as the development of their application in the Russian Federation. The main functions of energy storage devices that contribute to their use in the industrial sector are considered.*

***Keywords:** energy storage, electricity market, energy system, electricity quality, economy.*

Об авторах:

Макаров Анатолий Николаевич – профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой электроснабжения и электротехники, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: [tgtu\\_kafedra\\_ese@mail.ru](mailto:tgtu_kafedra_ese@mail.ru)

Гурина Мария Константиновна – магистрант, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: [gurina.mash@yandex.ru](mailto:gurina.mash@yandex.ru)

Михайлов Дмитрий Николаевич – магистрант, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: [pb.nick@mail.ru](mailto:pb.nick@mail.ru)

About the authors:

Makarov Anatoliy Nikolaevich – Professor, Doctor of Technical Sciences, Head of Department of Power Supply and Electrical Engineering, Tver State Technical University, Tver. E-mail: [tgtu\\_kafedra\\_ese@mail.ru](mailto:tgtu_kafedra_ese@mail.ru)

Gurina Maria Konstantinovna – Master's student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: [gurina.mash@yandex.ru](mailto:gurina.mash@yandex.ru)

Mikhailov Dmitry Nikolaevich – Master's student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: [pb.nick@mail.ru](mailto:pb.nick@mail.ru)

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭКЗОСКЕЛЕТОВ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

А.Н. Макаров, Д.Н. Михайлов, М.К. Гурина

© Макаров А.Н., Михайлов Д.Н.,  
Гурина М.К., 2023

*Аннотация.* В статье рассмотрено внедрение новых технологий, а именно применение промышленных экзоскелетов в электроэнергетике для улучшения условий труда работников.

*Ключевые слова:* электроэнергетика, промышленный экзоскелет.

Экзоскелеты в наше время очень актуальны, так как рабочие нагрузки с каждым годом растут и людям становится все тяжелее решать некоторые задачи. Экзоскелеты – технические устройства, которые позволяют расширить физические резервы человеческого организма. Это может быть увеличение силы и скорости пользователя, а также восстановление утраченных функций конечностей.

Наиболее распространенные отрасли применения экзоскелетов – медицина, промышленность, военная сфера, строительная отрасль, область аппаратов специального назначения [3].

Производителями экзоскелетов являются такие большие страны, как Россия, Япония, США, Южная Корея, Израиль и Европа. В них соответствующими разработками занимаются следующие компании: «Полезные роботы», «Норникель», «Экзоатлет», ЮЗГУ, Exorise, Cyberdyne, Daewoo, Ekso Bionics, Honda, Hyundai, Laevo, Levitate Technologies, LG, Lockheed Martin, Noonee, Honda, Ossur, Ottobock, Panasonic, Raytheon Sarcos, REX Bionics, ReWalk Robotics, Samsung, Sarcos Robotics, Socom, SuitX, Suit, Superflex (SRI International) [4].

Проблемы разработки экзоскелетов заключаются в том, что источники энергии, благодаря которым они бы могли функционировать очень долгое время в автономном режиме, отсутствуют. На нашей планете не так много материалов для создания жесткого каркаса. Любой из компактных источников питания на сегодняшний день может обеспечить экзоскелету лишь несколько часов автономной работы. Дальше – зависимость от провода. Кроме того, проблемой являются приводы экзоскелетов. Особую проблему при создании экзоскелета представляет регулировка чрезмерных и нежелательных движений [5].

Изучением и использованием экзоскелетов в промышленности и конкретно в электроэнергетике, а также других составляющих робототехники занимаются в ПАО «Россети», улучшая условия труда для

своих работников. Применение робототехники в ПАО «Россети» было одобрено еще в 2020 году, а в 2021-м в условиях, приближенных к реальным, прошли первые тестирования промышленного экзоскелета. В связи с этим данная статья посвящена краткому анализу перспектив применения экзоскелетов на объектах электроэнергетики.

В настоящий момент применение экзоскелетов чрезвычайно актуально, так как в наше время по своей масштабности строительство, реконструкция и обслуживание промышленных объектов – грандиозные процессы, следовательно, физические нагрузки очень высоки. Из-за таких высоких физических нагрузок повышается риск получения травм и возникновения профессиональных заболеваний. Особенно плохо все названное сказывается на скелетно-мышечной системе верхней части тела. Таким образом, в данном случае эффективно применение промышленных экзоскелетов для разгрузки скелетно-мышечной системы и облегчения трудовой деятельности. Эффект применения экзоскелета показан на рис. 1 [1].



Рис. 1. Эффективность промышленного экзоскелета

Применение промышленных экзоскелетов – лучший способ снизить тяжесть труда за счет перераспределения нагрузки на разные части тела. Благодаря этому повышается работоспособность работника и уменьшаются затраты в случае получения травм на производстве. Можно сделать вывод, что промышленный экзоскелет следует рассматривать как современное средство индивидуальной защиты, так как он защищает работника от вредных производственных факторов. По ГОСТу экзоскелет – это носимое средство индивидуальной защиты, компенсирующее и перераспределяющее нагрузку на опорно-двигательный аппарат. Кроме названного, применение экзоскелета также мотивирует работника повышать производительность труда.

В 2021 году ПАО «Россети» для первых испытаний закупили 4 комплекта промышленных экзоскелетов двух типов: «ProEXO Boost 1» и «ProEXO Power 2» [2]. Данные типы экзоскелетов эффективны своей модульностью. Они предназначены для решения разных типов задач, в том числе нестандартных производственных. По результатам тестирования были выявлены операции, при которых целесообразно применять промышленные экзоскелеты. Это погрузка и разгрузка, транспортировка грузов на расстояние, работы с бензопилами, ремонт и техническое обслуживание воздушных линий в корзине подъемника, а также ремонт фундаментов и пр. Кроме того, в ходе тестирований были определены особенности данных типов экзоскелета и выявлены недостатки, при устранении которых можно добиться большей производительности труда и снизить производственный травматизм (это такие факторы, как статичная работа стоя с грузом при наклоне тела, подъем и опускание груза от пола до уровня пояса, работа с грузом на весу, подъем груза выше головы).

Рабочая группа, созданная ПАО «Россети», решила поставленные задачи:

- провела анализ производственных операций;
- разработала технические требования;
- организовала тестирование экзоскелетов;
- выдала рекомендации производителю на основе тестирований.

На основе всего указанного были разработаны программы тестирования на складах и в полевых условиях. Тестирования проходили в филиалах ПАО «Россети Ленэнерго». Были задействованы электромонтеры по обслуживанию воздушных линий и кровельщики производственной ремонтной службы на складе (рис. 2, 3) [2].



Рис. 2. Тестирование образцов экзоскелета на складе



Рис. 3. Установка с помощью экзоскелета переносных заземлений на воздушных линиях

По окончании тестирования работники отвечали на вопросы в анкете и проходили опрос. Были получены следующие результаты:

1. При погрузках и разгрузках в экзоскелете нагрузка распределяется на опорную часть и снимается с мышц. Работник чувствует облегчение при выполнении операций. Разгружаются руки и спина. При весе экзоскелета 2–4 кг он помогает поднимать до 50 кг.

2. При перемещении груза по горизонтальной поверхности происходит разгрузка мышц спины, позвоночник защищен от компрессии.

3. Промышленный экзоскелет облегчает подъем груза с пола и его перенос при удержании в одной руке (например, банки с краской). Работнику легче держать спину, нет смещения туловища в сторону груза.

4. Экзоскелет позволяет держать инструменты в поднятых руках и находиться в таком положении продолжительное время.

5. При установке заземлений на воздушных линиях напряжением 6–10 кВ экзоскелет также защищает опорно-двигательный аппарат.

На основе результатов тестирования можно сделать вывод, что вопрос, связанный с использованием экзоскелетов, актуален для обслуживающего персонала в электроэнергетике. Работники дали положительные отзывы, которые помогут при дальнейшем совершенствовании экзоскелетов и их применении в промышленности [2].

Проанализировав всю вышеуказанную информацию, можно сказать, что использование промышленных экзоскелетов позволит снизить физическую нагрузку при выполнении работ и тем самым минимизировать влияние негативных производственных факторов на основные физические показатели здоровья персонала, а следовательно, избежать патологических изменений в организме человека в процессе его трудовой деятельности.

### **Библиографический список**

1. Ежеквартальный спецвыпуск № 2 (25), июнь 2022 «Электроэнергия. Передача и распределение». URL: <https://eepir.ru/> (дата обращения: 03.02.2023).
2. Отчеты ПАО «Россети». URL: <https://rosseti.ru> (дата обращения: 03.02.2023).
3. VILS.RU // Применение экзоскелетов. URL: <https://vils.ru/> (дата обращения: 03.02.2023).
4. RoboTrends // Экзоскелеты. URL: <http://robotrends.ru/> (дата обращения: 03.02.2023).
5. Studbooks // История экзоскелета. URL: <https://studbooks.net/> (дата обращения: 03.02.2023).

### **THE USE OF EXOSKELETONS IN THE ELECTRIC POWER INDUSTRY**

**A.N. Makarov, D.N. Mikhailov, M.K. Gurina**

***Abstract.** This article discusses the introduction of new technologies, namely the use of industrial exoskeletons in the electric power industry to improve the working conditions of workers.*

***Keywords:** electric power industry, industrial exoskeleton.*

Об авторах:

Макаров Анатолий Николаевич – профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой электроснабжения и электротехники, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: [tgtu\\_kafedra\\_ese@mail.ru](mailto:tgtu_kafedra_ese@mail.ru)

Михайлов Дмитрий Николаевич – магистрант, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: [pb.nick@mail.ru](mailto:pb.nick@mail.ru)

Гурина Мария Константиновна – магистрант, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: [gurina.mash@yandex.ru](mailto:gurina.mash@yandex.ru)

About the authors:

Makarov Anatoly Nikolaevich – Professor, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Power Supply and Electrical Engineering, Tver State Technical University. E-mail: [tgtu\\_kafedra\\_ese@mail.ru](mailto:tgtu_kafedra_ese@mail.ru)

Mikhailov Dmitry Nikolaevich – Master's student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: [pb.nick@mail.ru](mailto:pb.nick@mail.ru)

Gurina Maria Konstantinovna – Master's student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: [gurina.mash@yandex.ru](mailto:gurina.mash@yandex.ru)

## 5. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

УДК 623.746.519

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НАКЛАДЫВАЕМЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ НА АДЕКВАТНОСТЬ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОЛЕТА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

А.Д. Алексеев

© Алексеев А.Д., 2023

*Аннотация.* В статье приведено предложение по учету ограничений, накладываемых на результаты моделирования полета беспилотных летательных аппаратов.

*Ключевые слова:* моделирование, беспилотный летательный аппарат, адекватность.

Актуальность оценки влияния ограничений, накладываемых на результаты моделирования полета беспилотных летательных аппаратов (БпЛА), определяется массовым характером разработки и применения последних, а также потребностью в оценке характеристик и вариантов применения данных БпЛА [1].

Несмотря на последние достижения науки и техники в части создания больших вычислительных мощностей, позволяющих детализированно моделировать реальный объект, необходимо рассмотреть значимость накладываемых на модель ограничений и определить соотношение степени детализации и объема вычислений [2].

Важно понять и точно решить, какая степень детализации фактически необходима, чтобы ответить на вопросы, касающиеся свойств системы. Ответы следует формулировать в четких количественных терминах. Нужно исследовать целый набор условий, пока не удастся обнаружить условия, при которых достигается оптимальное значение исследуемых параметров, а именно поведение ЛА на заданной траектории полета.

Таким образом, цель работы заключается в том, чтобы определить минимально допустимое влияние накладываемых ограничений (НО) при моделировании динамики полета БпЛА.

Задача состоит в разработке обобщенного подхода к оценке влияния НО на решение вопросов при моделировании полета БПЛА. Примеры НО: БПЛА рассматривается как материальная точка, имеет неограниченный запас энергоресурсов, на него практически не воздействуют внешние факторы.

В процессе моделирования динамики полета БПЛА нужно обеспечить высокоточную оценку его характеристик, а поэтому модель должна реагировать на многочисленные факторы, влияющие на качество и адекватность проводимых испытаний, при этом учитывать решаемые БПЛА задачи и восполнять априорные сведения о вероятностных свойствах оцениваемых параметров и об ошибках измерений.

Таким образом, чрезвычайно важна проверка модели БПЛА на адекватность. Под адекватностью модели понимается ее способность отражать определенные свойства реального объекта максимально идентично [3].

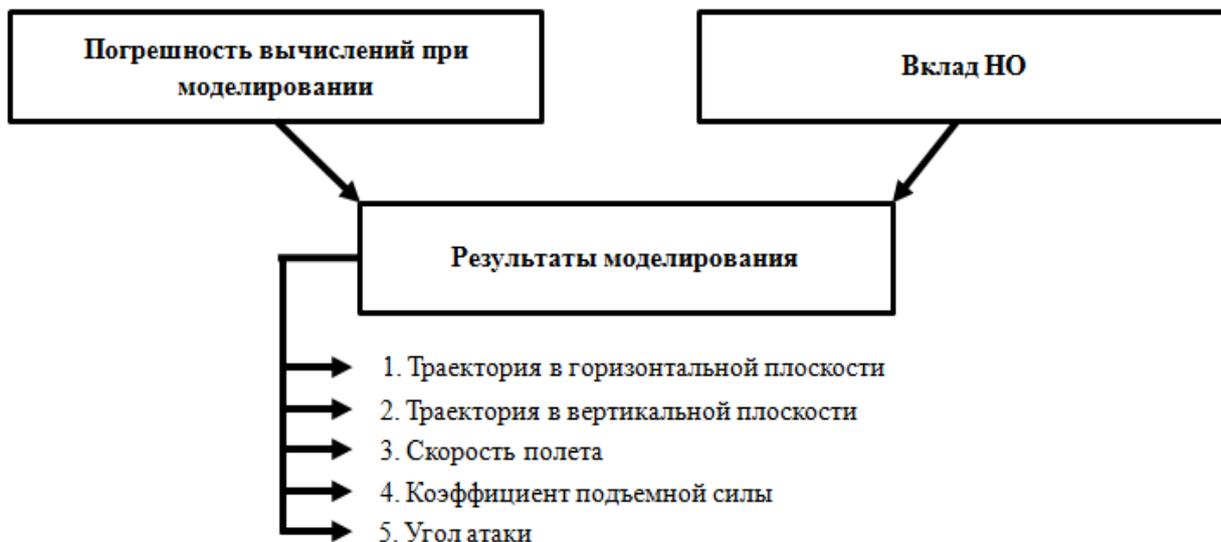
Внутренними критериями количественной адекватности, т.е. применимости модели для практических действий, являются различные оценки точности экспериментальных данных и данных, полученных при моделировании. Наиболее широкое применение имеют такие критерии, как средняя относительная ошибка (отклонение), максимальная относительная ошибка (отклонение), средняя квадратичная ошибка, «коэффициент несовпадения» Тейла [3]. При использовании данных критериев необходимо выбирать пороговые значения, превышение которых свидетельствует об отсутствии количественной адекватности модели БПЛА.

Следует оценить, насколько существенны последствия «огрубления» реального процесса в связи с НО при постановке условий моделирования (рисунок).

Влияние НО ( $V_{но}$ ) зависит от ряда факторов и устанавливается по формуле

$$V_{но} = \frac{N + M + K}{\Sigma i_{NMK}},$$

где  $N$  – количество характеристик БПЛА;  $M$  – количество внешних факторов;  $K$  – количество энергетических показателей;  $i_{NMK}$  – количество ограничений.



### Влияние НО на результаты моделирования

Таким образом, на адекватность моделирования динамики БПЛА влияет не только погрешность вычисления, но и НО, причем влияние последних не должно превышать минимально допустимое значение  $V_{но\ min}$ . В противном случае модель БПЛА будет слабо отражать оцениваемые характеристики и условия функционирования. Потребуется пересмотр НО.

### Библиографический список

1. Просвирина Н.В. Анализ и перспективы развития беспилотных летательных аппаратов // Московский экономический журнал. 2021. № 10. С. 560–572.
2. Венцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. 2-е изд., стер. М.: Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. 208 с.
3. Борисова Е.В. Оптимальные решения в исследовании управляемых систем решения: типовые модели и прикладные методы: учебное пособие. Тверь: ТвГТУ, 2017. 209 с.

## EVALUATION OF THE IMPACT OF THE IMPLICATED RESTRICTIONS ON THE ADEQUACY OF FLIGHT SIMULATION AIRCRAFT

A.D. Alekseev

*Abstract.* A proposal is presented to take into account the imposed restrictions on the results of modeling the flight of unmanned aerial vehicles.

*Keywords:* simulation, unmanned aerial vehicle, adequacy.

Об авторе:

Алексеев Алексей Дмитриевич – аспирант кафедры программного обеспечения, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: alex.alekseev@list.ru

About the author:

Alekseev Aleksey Dmitrievich – post-graduate student of the Department of Software, Tver State Technical University, Tver. E-mail: alex.alekseev@list.ru

УДК 81.322.2:004.89

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАИВНОГО БАЙЕСОВСКОГО КЛАССИФИКАТОРА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ ПРОФИЛЕЙ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

С.В. Большаков

© *Большаков С.В., 2023*

***Аннотация.** Статья посвящена интеллектуальному анализу данных открытых профилей в социальных сетях. Для решения задачи классификации применен наивный байесовский классификатор. Рассмотрен алгоритм расчета вероятностей и описан процесс построения обучающей модели данных. В качестве эксперимента отобраны соответствующие профили в социальной сети, посредством API получены необходимые данные, а также произведен препроцессинг для повышения качества работы алгоритма. Использование классификатора позволило на основе экспериментальных данных распределить профили по классам «ИТ-специалист» и «не ИТ-специалист». В результате классификации рассчитаны вероятности профилей и корректно распределены по соответствующим группам.*

***Ключевые слова:** интеллектуальный анализ данных, социальные сети, классификация.*

Современные информационные технологии предлагают массу возможностей для ведения бизнеса, образования и развлечения. Одна из веток развития технологий – социальные сети. В настоящий момент они являются неотъемлемой частью жизни современного человека. Их используют для общения, развлечения, работы, совершения покупок, обучения и т.п. Пользователи в социальной сети зачастую имеют

несколько аккаунтов в различных социальных сетях для решения конкретных задач. В этих аккаунтах они совершают определенные действия, например создают и размещают определенный контент или просматривают его. Чем активнее пользователь, тем больше накапливается данных о его действиях; чем популярнее социальная сеть, тем больше объем хранимых данных и тем длиннее история о действиях пользователей. Данные об этих действиях могут объединяться в большой кластер Big Data. Это позволяет анализировать информацию.

Применение методов интеллектуального анализа данных является наиболее эффективным и обеспечивает решение задачи классификации машинного обучения и определение на основе больших открытых наборов данных о пользователе в социальной сети. Наиболее популярным инструментом анализа данных являются контролируемые алгоритмы с учителем, требующие специальный атрибут ответа, более известный как атрибут класса. Среди многочисленных алгоритмов классификации данных выделяется метод наивного Байеса. Это наиболее быстрый и эффективный алгоритм, который успешно применяется в решении различных задач [5].

Для решения задачи классификации была выбрана одна из самых популярных социальных сетей – «ВКонтакте». По итогам 2022 года количество просмотров контента в сутки в данной социальной сети составило рекордные 10,3 миллиарда [3]. По данным компании Brand Analytics на октябрь 2022 г., сайт «ВКонтакте» – один из самых популярных по числу авторов и объему публикуемого контента [2].

Социальная сеть предоставляет доступ к открытым данным пользователей посредством специального интерфейса API (Application Programming Interface) [1]. Для использования API необходимо иметь учетную запись, в которой отображаются доступные данные желаемых профилей. Авторизация учетной записи происходит по протоколу OAuth 2.0, который подразумевает получение специального ключа доступа «access\_token». Ключ доступа передается на сервер вместе с каждым запросом. Из этой строки сервер получает всю нужную ему информацию. Разработчики также предлагают использовать SDK «ВКонтакте», где содержатся готовые реализации основных функций API [6]. SDK «ВКонтакте» включает реализацию для использования в популярных языках программирования: Java SDK, Android SDK, iOS SDK, PHP SDK. Результатом парсинга профилей является массив данных, представленный в стандарте описания структуры данных JSON Schema.

Для решения задачи массив данных был переведен в формат txt с целью последующей обработки в TextStageProcessor.

Для классификации использовалась программная система анализа текстовых данных, разработанная на кафедре программного обеспечения Тверского государственного технического университета [4] и

расположенная как проект с открытым исходным кодом в репозитории по адресу: <https://github.com/mhyhre/TextStageProcessor>.

Для определения принадлежности использовали классы «ИТ-специалист» и «не ИТ-специалист» – «it» и «no\_it» соответственно. Взяли десять профилей из социальной сети: пять профилей  $\vec{x}_1 \dots \vec{x}_5$ , относящихся к классу it, и пять профилей  $\vec{x}_6 \dots \vec{x}_{10}$ , относящихся к классу no\_it. Таблица векторов для выборки имеет следующий вид (табл. 1).

Таблица 1

Векторная таблица профилей

Профиль	Класс	Количество слов				
		$X_1$	$X_2$	$X_3$	...	$X_n$
$\vec{x}_1$	it	1	0	0	...	...
$\vec{x}_2$	it	1	1	0	...	...
$\vec{x}_3$	it	1	0	0	...	...
$\vec{x}_4$	it	1	1	0	...	...
$\vec{x}_5$	it	1	0	0	...	...
$\vec{x}_6$	no_it	0	1	1	...	...
$\vec{x}_7$	no_it	0	2	1	...	...
$\vec{x}_8$	no_it	0	0	2	...	...
$\vec{x}_9$	no_it	0	1	3	...	...
$\vec{x}_{10}$	no_it	0	2	3	...	...

В данном случае из профилей извлекли слова  $\langle X_1, X_2, X_3, \dots, X_n \rangle$ . Они выступали характеристическими признаками при дальнейшей классификации профилей социальной сети. При получении слов необходимо, чтобы отсутствовали знаки препинания, стоп-слова, также должны быть осуществлены нормализация и приведение регистра. Общее количество вхождений слов в тот или иной класс представлено в табл. 2.

Таблица 2

Количество вхождений слов в определенные классы

Слова	Класс it	Класс no_it
$X_1$	5	0
$X_2$	2	6
$X_3$	0	10
...	...	...
$X_n$	...	...

В случае появления в таблице нового профиля  $\vec{x}$  процесс препроцессинга данных состоит из следующих этапов:

1. Удаления стоп-слов.
2. Приведения к нормальной форме с использованием стемминга и разбиения предложений на N-граммы.
3. Приведения регистра.
4. Расчета частотной таблицы слов.

В приведенном примере вероятность того, что профиль  $\vec{x}$  будет отнесен к классу it:

$$p(it|X_1, X_2, X_3, \dots, X_n) = p(it) * p(X_1|it) * p(X_2|it) * p(X_3|it) \dots * p(X_n|it).$$

Вероятность того, что профиль  $\vec{x}$  будет отнесен к классу no\_it:

$$p(no\_it|X_1, X_2, X_3, \dots, X_n) = \\ = p(no\_it) * p(X_1|no\_it) * p(X_2|no\_it) * p(X_3|no\_it) \dots * p(X_n|no\_it).$$

Таким образом, рассчитав выражения обоих вероятностей, можно сделать соответствующий вывод.

Для практической реализации алгоритма в TextStageProcessor выбрали 10 профилей из социальной сети. Перед началом алгоритма выполнили препроцессинг данных профилей: удаление стоп-слов, нормализацию термов, удаление специальных символов и знаков, а также приведение регистра для корректной работы алгоритма, реализованного на языке программирования. Таким образом, получили следующие данные: общее число слов в словаре (с учетом обучающей модели) – 444 807; слов класса it |it| – 90 583; слов класса no\_it |no\_it| – 164 553.

На этапе классификации для каждого класса рассчитали значение выражения, а также выбрали класс с максимальным значением (табл. 3).

Таблица 3

Модель классификатора

Профиль	Класс no_it	Класс no_it	Принадлежность к классу
$\vec{x}_1$	-36 060,001	-36 022,595	it
$\vec{x}_2$	-81 198,481	-81 156,786	it
$\vec{x}_3$	-81 683,771	-81 554,925	it
$\vec{x}_4$	-3 554,328	-3 230,249	it
$\vec{x}_5$	-3 894,696	-3 609,355	it
$\vec{x}_6$	-1 007,481	-1 063,458	no_it
$\vec{x}_7$	-110 729,516	-113 859,088	no_it
$\vec{x}_8$	-77 109,615	-78 761,424	no_it
$\vec{x}_9$	-149 288,273	-161 582,37	no_it
$\vec{x}_{10}$	-49 288,800	-61 582,001	no_it

Таким образом, в ходе проведения эксперимента была дана оценка работоспособности наивного байесовского классификатора. Результатом стало распределение профилей по классам «ИТ-специалист» и «не ИТ-

специалист». В целом полученные результаты показывают работоспособность представленной модели.

### **Библиографический список**

1. API. ВКонтакте для разработчиков. URL: <https://dev.vk.com/reference> (дата обращения: 14.02.2023).
2. Василий Черный. Социальные сети в России: цифры и тренды, осень 2022. URL: <https://br-analytics.ru/blog/social-media-russia-2022/> (дата обращения: 14.02.2023).
3. ВКонтакте представила продуктовые итоги рекордного 2022 года: 10,3 млрд просмотров контента в сутки, 7 млн цифровых аватаров vmoji и более 10 трлн шагов. URL: <https://vk.com/press/products-2022> (дата обращения: 14.02.2023).
4. Калабин А.Л., Туляков А.В. Программная система для анализа текстов // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ. 2018. Т. 8. С. 55–58.
5. Наивный байесовский классификатор. // Википедия. Свободная энциклопедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Наивный\\_байесовский\\_классификатор](https://ru.wikipedia.org/wiki/Наивный_байесовский_классификатор) (дата обращения: 14.02.2023).
6. Обзор SDK. ВКонтакте для разработчиков. URL: <https://dev.vk.com/sdk/overview> (дата обращения: 14.02.2023).

## **USING THE NAVIVE BAYES CLASSIFIER FOR SOLVING THE PROBLEM CLASSIFICATION OF PROFILES IN SOCIAL NETWORKS**

**S.V. Bolshakov**

***Abstract.** The article is devoted to data mining of open profiles in social networks. The naive Bayes classifier was used as a solution to the classification problem in machine learning. An algorithm for calculating probabilities and the process of building a training data model are considered. As an experiment, the corresponding profiles in the social network were selected, the necessary data was obtained through the API, and preprocessing was carried out to improve the quality of the algorithm. The use of the classifier made it possible to classify profiles according to the classes «IT specialist» and «non-IT specialist» on experimental data. As a result of the classification, the probabilities of the profiles were calculated, and also correctly distributed among the corresponding groups.*

***Keywords:** data mining, social networks, classification.*

Об авторе:

Большаков Сергей Владимирович – аспирант, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: [servbolshakov@gmail.com](mailto:servbolshakov@gmail.com)

About the author:

Bolshakov Sergey Vladimirovich – post-graduate student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: servbolshakov@gmail.com

УДК 004.4'236:004.514.64

## РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ В GPSS

Д.А. Великов

© Великов Д.А., 2023

***Аннотация.** В статье рассмотрено использование технологии визуального программирования для объединения универсальности и выразительной мощности языка моделирования GPSS, а также наглядности графического представления модели и удобства использования, что присуще более современным системам. Приведено описание процесса разработки программы и представлены результаты ее тестирования.*

***Ключевые слова:** визуальное программирование, дискретно-событийное моделирование, GPSS.*

Язык GPSS реализует дискретно-событийный подход к имитационному моделированию, в основу которого положено представление жизненного цикла моделируемой системы как последовательности событий, изменяющих ее состояние [1]. Вместе с высокой степенью гибкости использования, обусловленной представлением модели как логической последовательности блоков (программы), это обеспечивает языку GPSS выразительную мощь, а также универсальность. Однако следствием этих особенностей данного языка является и его главный недостаток – модель, представленная в виде текста, существенно проигрывает в наглядности и репрезентативности моделям, выполненным в более современных системах, в которых используются технологии визуального программирования. Это, безусловно, усложняет и удлиняет процесс разработки модели и собственно моделирования [5].

Логичным способом решения указанной проблемы является создание специального программного обеспечения, реализующего концепцию визуального программирования, т.е. позволяющего пользователю создавать GPSS-модель путем манипулирования графическими объектами вместо написания текста программы.

Таким образом, актуальность разработки вызвана отсутствием на сегодняшний момент удобных в использовании функциональных средств для визуального проектирования GPSS-моделей. В существующих системах модель сильно уступает в репрезентативности более современным системам (например, российской AnyLogic).

В основе визуального программирования лежат специальные объекты, т.е. визуальная среда программирования предоставляет графические или символьные элементы, которыми можно манипулировать интерактивным образом в соответствии с определенными правилами [7].

Предмет данной работы относится к так называемым языкам схем, основанным на идее «фигур и линий», где фигуры (прямоугольники, овалы и т.п.) рассматриваются как субъекты и соединяются линиями (стрелками, дугами и др.), которые представляют собой отношения. Все многообразие операторов языка GPSS можно условно свести к четырем типовым элементам: блоки создания и удаления транзакций, функциональные блоки, выполняющие обслуживание транзакций, и блоки перенаправления транзакций [2, 6]. Это позволяет поставить в соответствие каждому из перечисленных выше типовых элементов GPSS-модели определенный тип графических элементов (линий и фигур), которыми и оперирует пользователь данной системы.

Алгоритм действий пользователя при работе с программой выглядит следующим образом:

1. Создание пустой схемы.

Новая схема создается при открытии программы. Кроме того, пользователю предлагается загрузить шаблон по умолчанию, состоящий из блоков создания транзакций с линейным законом распределения и из блока уничтожения транзакций.

2. Добавление функциональных блоков модели, таблиц статистики и пользовательских функций.

Пользователь выбирает нужный элемент на панели инструментов и добавляет его на рабочее поле. После этого открывается соответствующая вспомогательная форма для настройки свойств создаваемого блока. Таблицы статистики и пользовательские функции не отображаются на рабочем поле главной формы.

3. Добавление связей между созданными блоками.

Блоки перенаправления транзакций добавляются из контекстного меню, вызываемого для их стартового блока.

4. Настройка свойств элементов модели.

Пользователь дополнительно задает все необходимые свойства для каждого элемента схемы.

5. Генерация кода и запуск моделирования.

Сгенерированный код становится доступен для предпросмотра и редактирования.

6. Анализ полученных данных и (при необходимости) повторение пунктов 4, 5.

Процесс моделирования состоит в изменении ключевых параметров модели (например, аргументов закона распределения блока генерации транзакций), что позволяет смоделировать изменение интенсивности обращений к системе или числа каналов одного из обслуживающих устройств. Это дает возможность найти оптимальное (относительно заданных критериев) число одновременно обрабатывающих один транзакт процессов [8].

Каждая вспомогательная форма, отвечающая за создание и редактирование свойств структурного блока конкретного типа, имеет два конструктора: для создания нового блока (принимает на вход схему, с которой ведется работа, при необходимости графического отображения элемента – координаты создаваемого блока) и для редактирования уже существующего (принимает на вход собственно редактируемый блок).

Для моделирования сложных систем в блоках создания и обслуживания транзакций, а также в блоках ветвления можно указывать в качестве параметров функции распределения случайных величин из стандартных библиотек GPSS World и пользовательские табличные функции – численные зависимости одного атрибута от другого, описанные с помощью заполненной пользователем таблицы и аппроксимированные непрерывными функциями.

Изначально пользователю доступно 8 стандартных функций распределения случайных величин:

1. Логарифмически нормальное распределение – распределение случайной величины, натуральный логарифм которой нормально распределен. Это распределение хорошо моделирует процессы в том случае, когда значение наблюдаемой переменной является случайной долей от значения предыдущего наблюдения [5].

2. Гамма-распределение – обобщенное распределение Эрланга для случая, когда число суммируемых величин является нецелым и каждая величина имеет значения от 0 до  $\infty$ , т.е. неотрицательна. Функция этого распределения значительно изменяет свою форму при различных параметрах, что позволяет использовать данное распределение для моделирования различных сложных физических явлений [6].

3. Распределение Вейбулла – как правило, используется для моделирования жизненного цикла сложного изделия или человека.

4. Распределение Пуассона – описывает фиксированное число событий, происходящих независимо друг от друга за фиксированное время с заранее определенной средней интенсивностью. Чаще всего используется в блоках создания транзакций [5, 6].

5. Экспоненциальное распределение – описывает интервалы времени между независимыми событиями, происходящими со средней интенсив-

ностью  $\lambda$ . Применяется в описании социальных явлений, экономике, теории массового обслуживания, транспортной логистике, т.е. везде, где необходимо моделировать поток событий.

6. Нормальное распределение – непрерывное распределение вероятностей с пиком в центре и симметричными боковыми сторонами, которое в одномерном случае задается функцией плотности вероятности, совпадающей с функцией Гаусса [3]. Если величина является суммой многих случайных слабо взаимосвязанных величин, каждая из которых вносит малый вклад в общую сумму, то центрированное и нормированное распределение такой величины при достаточно большом числе слагаемых стремится к нормальному распределению.

7. Равномерное распределение – распределение случайной вещественной величины, принимающей значения, принадлежащие некоторому промежутку конечной длины, характеризующееся тем, что плотность вероятности на этом промежутке почти всюду постоянна [3].

8. Дискретное равновероятное распределение – распределение случайной величины, которая принимает конечное число  $n$  значений с равными вероятностями, соответственно, вероятность каждого значения равна  $1/n$  [3].

Наряду с вышеописанными блоками пользователю доступны статистические таблицы, позволяющие определять характеристики различных случайных величин в модели. Таблицы используются для сбора данных о различных параметрах модели и представления их в стандартной (т.е. табличной) форме. Таблица задается набором каких-либо выделенных интервалов изменения случайной величины и количеством попаданий ее реализованных значений в каждый из интервалов.

При сохранении созданного блока происходит его добавление на схему с помощью соответствующего метода класса `VisualGPSS_Schema`. При открытии вспомогательной формы к ее составному обработчику события «нажатие на кнопку "Сохранить"» добавляется вызов метода перерисовки схемы на рабочем поле главной формы, чтобы сразу отобразить изменения.

Генерация кода схемы происходит рекурсивно. Для каждого входящего в нее элемента (оператора, устройства, функции или таблицы) определяется свойство `Code`, затем полученные значения объединяются и выводятся на специальную форму, чтобы пользователь мог при необходимости и желании отредактировать код и сохранить его в файл или сразу запустить симуляцию и начать моделирование.

Тестирование программы для замеров времени и сравнения эффективности с эффективностью традиционных технологий проводилось на более сложной модели, созданной для коммерческого использования – поиска узких мест в структуре реального автотехцентра с целью его

последующей оптимизации (т.е. результат выполнения задачи с помощью традиционной технологии был заранее известен).

По результатам тестирования можно с уверенностью заключить, что программа позволяет создавать модели, с точки зрения результатов эквивалентные моделям, созданным по традиционной технологии (написанным в среде GPSS World), причем с большим удобством для пользователя и, соответственно, меньшими время- и трудозатратами.

### **Библиографический список**

1. Бражник А.Н. Имитационное моделирование: возможности GPSS WORLD. СПб.: Реноме, 2006. 439 с.
2. Боев В.Д. Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS World. СПб.: БХВ-Петербург, 2004. 368 с.
3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. 10-е изд., стер. М.: Academia, 2005. 576 с.
4. Ивченко Г.И., Медведев Ю.И. Дискретные распределения. Вероятностно-статистический справочник: многомерные распределения. М.: ЛЕНАНД, 2014. 336 с.
5. Кудрявцев Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. М.: ДМК Пресс, 2004. 320 с.
6. Томашевский В., Жданова Е. Имитационное моделирование в среде GPSS. М.: Бестселлер, 2003. 416 с.
7. Тюгашев А.А. Графические языки программирования и их применение в системах управления реального времени. Самара: Самарский научный центр РАН, 2009. 98 с.
8. Шрайбер Т.Дж. Моделирование на GPSS / пер. с англ. В.И. Гаргера, И.Л. Шмуйловича. М.: Машиностроение, 1980. 592 с.

## **DEVELOPMENT OF AN APP FOR VISUAL DESIGN OF MODELS IN GPSS**

**D.A. Velikov**

***Abstract.** This article discusses one of the problems of information technology. The use of visual programming technology is proposed to combine the versatility and expressive power of the GPSS modeling language and the visual representation of the model and ease of use inherent in systems that are more modern. A description of the program development process and the results of its testing are given.*

***Keywords:** visual programming, discrete-event modeling, GPSS.*

Об авторе:

Великов Дмитрий Александрович – магистрант, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: Dmavel8@yandex.ru

Научный руководитель – Калабин Александр Леонидович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры программного обеспечения, Тверской государственный технический университет, Тверь.

About the author:

Velikov Dmitry Aleksandrovich – Master's student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: Dmavel8@yandex.ru

Scientific adviser – Kalabin Aleksandr Leonidovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Software, Tver State Technical University, Tver.

**УДК 004.89**

## **РАСПОЗНАВАНИЕ ДОСКИ ИГРЫ ГО НА ИЗОБРАЖЕНИИ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ**

**А.С. Горовой**

**© Горовой А.С., 2023**

***Аннотация.** В статье рассмотрен алгоритм распознавания доски для игры в го с использованием нейронной сети YOLO.*

***Ключевые слова:** нейронные сети, го, распознавание объектов на изображении.*

В настоящее время в настольную игру го играют как на электронных устройствах, так и на доске. Одно из преимуществ электронных устройств перед доской – сохранение всей истории партии. После завершения игрок сможет без труда проанализировать любое место партии. На доске это сделать крайне затруднительно, так как во время партии за 1 час можно сделать более 100 ходов и каждый раз игрок будет продумывать множество комбинаций, из-за чего запомнить ходы, особенно сделанные в начале партии, непросто. Есть три способа решения этой проблемы: записывать партии самому; пригласить третьего человека, который будет записывать партию; использовать компьютерное ПО для распознавания и записи доски и камней на ней.

Разберем все три способа. Первый способ вызывает затруднения, поскольку долгий и тяжелый анализ партии будет постоянно прерываться

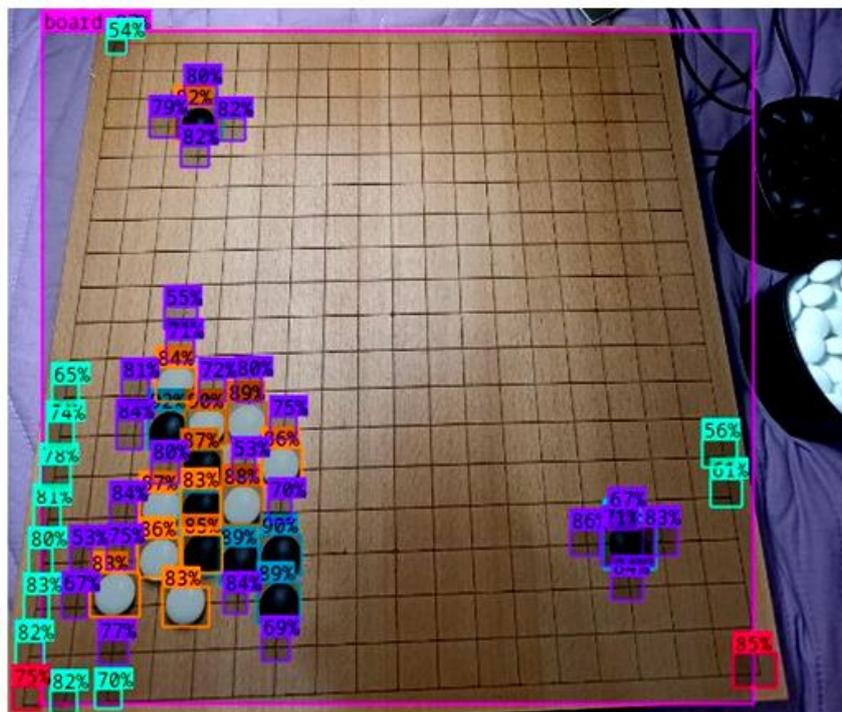
записью хода, что даст преимущество сопернику, или трата времени на запись может стать фатальной на последних стадиях игры, когда на совершение каждого следующего хода дается 30 секунд. Для второго способа нужен человек, который будет следить за партией, что не всегда возможно. Для третьего способа требуется разработать ПО, которое будет распознавать и записывать партию.

Остановимся на третьем способе. Здесь можно выделить 2 категории: недоделанные до конца проекты и решение, рассмотренное ниже.

В статье [1] автор рассматривает способ нахождения последнего хода с помощью разности изображений последнего состояния и нового. Данный метод достаточно прост в реализации, но у него есть свои недостатки: невозможна запись партии, когда уже установлено несколько камней; сложно отойти на несколько ходов назад или вперед; иногда игроки случайно задевают доску или уже положенные камни, что ведет к очень большой разнице между состояниями, а также невозможности вычислить, где был установлен последний камень. Кроме того, используемое при этом ПО существует только в виде десктопного приложения для операционной системы Windows, что ограничивает его использование.

**Решение с помощью нейронной сети YOLO.** YOLO (You Only Look Once) – нейронная сеть, разработанная для распознавания, классификации и сегментации объектов на картинке. Распознавание на самой маленькой модели равно ~100 мс ONNX.

Пример распознавания доски показан на рисунке.



Процесс распознавания доски для игры в го

Поскольку база картинок еще не полностью размечена и мала (их количество – 50), алгоритм не распознал пустые ячейки и все края доски.

Алгоритм распознавания доски нейросетью YOLO:

- 1) распознать на картинке объекты;
- 2) найти объект «Доска» на картинке;
- 3) если объект «Доска» есть на картинке, то взять все объекты внутри объекта «Доска» в виде матрицы по координатам;
- 4) преобразовать матрицу из объектов в визуальное представление доски в приложении.

Пока неизвестно, какой алгоритм лучше использовать для преобразования объектов. Алгоритм преобразования должен поделить матрицу из объектов на столбцы и строки. При преобразовании могут возникнуть сложности:

- 1) отсутствие или переизбыток объектов в матрице, т.е. некоторые строки или столбцы будут иметь меньше или больше 19 объектов;
- 2) объекты могут находиться между несколькими строками или столбцами, что усложняет определение.

Предполагается 2 способа решения: с помощью нейронной сети или алгоритмически. Выбор зависит от качества распознавания YOLO.

#### **Библиографический список**

1. Corsolini M., Carta A. A New Approach to an Old Problem: The Reconstruction of a Go Game through a Series of Photographs. URL: <https://arxiv.org/abs/1508.03269> (дата обращения: 27.02.2023).
2. Towards End-to-end Semi-supervised Learning for One-stage Object Detection. URL: <https://arxiv.org/abs/2302.11299> (дата обращения: 27.02.2023).
3. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks. URL: <https://arxiv.org/abs/1506.01497> (дата обращения: 25.02.2023).

## **GO BOARD RECOGNITION IN AN IMAGE USING A NEURAL NETWORK**

**A.S. Gorovoy**

***Abstract.** The article discusses the Go board recognition algorithm using the YOLO neural network.*

***Keywords:** neural networks, Go, object recognition in an image.*

Об авторе:

Горовой Алексей Сергеевич – магистрант, Тверской государственной технической университет, Тверь E-mail: derexhte@gmail.com

Научный руководитель – Мальков Александр Анатольевич, доцент кафедры программного обеспечения, Тверской государственной технической университет, Тверь.

About the author:

Gorovoy Aleksey Sergeevich – Undergraduate of the Department of Software, Tver State Technical University, Tver. E-mail: derexhte@gmail.com

Scientific adviser – Malkov Alexandr Anatolyevich, Associate Professor of the Department of Software, Tver State Technical University, Tver.

УДК 004.048:004.912

## НОВЫЙ ПОДХОД К ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ НА GPU

А.В. Гуляев

© Гуляев А.В., 2023

*Аннотация.* В статье предложен новый подход к обработке данных на основе технологии Nvidia CUDA. Рассмотрена проблема обработки двумерного массива по строкам или столбцам с применением массивного параллелизма.

*Ключевые слова:* CUDA, обработка двумерного массива, параллелизм.

В современном мире обработка данных играет чрезвычайно важную роль. Методами обработки являются, например, классификация и кластеризация данных, так как перед работой с последними их надо рассортировать. Эти операции затратны по ресурсам и времени, поэтому алгоритмы стараются ускорить.

Один из способов ускорения – распараллеливание операций вычислений. Существует множество технологий, позволяющих сделать это как на CPU, так и на GPU. В данной статье предложен метод на основе распараллеливания вычислений на GPU, а именно на технологии CUDA, разработанной компанией Nvidia.

При разработке алгоритма кластеризации и использовании CUDA Toolkit возникла неожиданная проблема. В ходе исследования было выявлено, что, несмотря на популярность технологии, вопрос об обработке двумерного массива построчно не поднимался никогда, а варианты, предлагаемые в сообществе разработчиков, не отвечают требованиям к

параллелизму. В связи с этим и разработали предлагаемый подход к решению данной задачи.

Алгоритмом кластеризации выбрали k-means (k-средних), в основе которого лежит вычисление Евклидова расстояния между данными и центроидами. Без лишнего углубления на вход программы подается двумерный массив и необходимое количество кластеров. Каждый кластер имеет центроид, который соразмерен ширине массива входных данных (зачастую начальным центроидом выбирают одно из значений, т.е. строку, в массиве данных). Таким образом, мы имеем задачу о вычислении Евклидова расстояния между двумя массивами  $[0...N]$  поэлементно.

Рассмотрим вариант, когда массив входных данных содержит миллион и более строк, а требуется найти 10 кластеров. В таком случае массив шириной N и высотой M, где M будет равно 1 000 000 и более, потребует обработки 10 раз. Здесь уже требуются оптимизация и ускорение. Как было сказано ранее, одним из используемых способов ускорения является распараллеливание задач. Однако в современных системах мы ограничены количеством потоков и временем вычисления. В таких ситуациях очевидно преимущество вычислений на GPU, где это проходит быстрее и с большим количеством потоков.

Возникает задача обработки двумерных массивов, когда известно, что GPU изначально способны работать только с одномерными. Используя функции `cudaMallocPitch` и `cudaMemcpy2D`, мы можем организовать одномерный массив в виде двумерного. Слово `pitch` можно перевести как «разбить», именно это «разбиение» и позволяет создать удобства обработки двумерного массива. В свою очередь, `cudaMemcpy2D` позволяет расположить массив так, как нам удобно. В итоге одномерный массив (рис. 1) может быть представлен в виде двумерного (рис. 2).

№ эл.	1	2	3	4	5	6	7
Данные	1	2	3	4	5	6	7

Рис. 1. Пример одномерного массива

	i0	i1
j0	1	2
j1	3	4
j2	5	6
j3	7	8

Рис. 2. Одномерный массив в виде двумерного на GPU

На рис. 1 и 2 показано классическое преобразование одномерного массива в двумерный. Главная проблема кроется в его обработке. Можно также обращаться по индексу, и это будет все еще быстрее, чем

классическая обработка на процессорных устройствах, но при этом не будет являться распараллеливанием.

На рис. 3 показан пример GPU-сетки с рассматриваемым массивом, где в строке 0 столбцы 0 и 1 образуют размер блока массива, в то время как столбцы 0–N – размер Pitch.

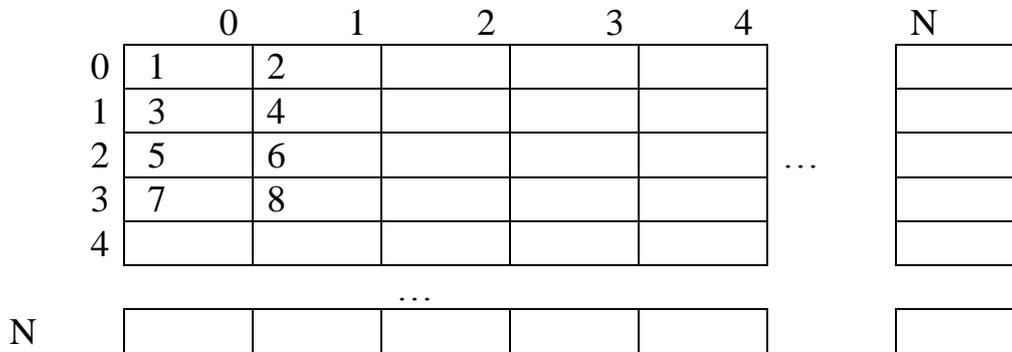


Рис. 3. Пример GPU-сетки с массивом

Здесь появляется подход к обработке – смещение по строке блока, а не по размеру массива. Программно это будет реализовано так:

1. Определяются смещения в сетке по x и y:

```
int x = blockDim.x * blockIdx.x + threadIdx.x;
int y = blockDim.y * blockIdx.y + threadIdx.y;
```

2. Так как мы обрабатываем строки поэлементно, нам требуется организовать цикл от 0 до последнего элемента строки, в котором мы вычисляем Евклидово расстояние между данными и центроидом:

$$B[y * pitch + j] += pow(A[y * pitch + i] - Centr[j * pitch + i]).$$

Два простых шага позволяют нам обработать огромные массивы построчно, а если адаптировать метод, то и по столбцам. Рассмотрим данный момент подробнее. Нас интересуют квадратные скобки. Возьмем некоторые из них –  $[y * pitch + i]$ :  $y * pitch$  – смещение по строкам;  $+ i$  – смещение по элементам строки (ранее мы организовали цикл от 0 до конца строки массива). Ввиду особенностей разработки на CUDA алгоритм обрабатывает все строки параллельно, что дает колоссальный прирост производительности.

Оценка производительности получена в ходе тестов на трех алгоритмах: классическом на C++, CUDA с линейной обработкой массива по индексам; CUDA с параллельным решением. Массив входных данных был размером  $M \times N$ , где  $M$  – число столбцов (всегда было 5), а количество строк  $N$  изменялось от 100 до 1 000 000. Результаты приведены на рис. 4. На нем показано преимущество обработки данных на GPU, а также виден прирост производительности между линейным и параллельным алгоритмами.

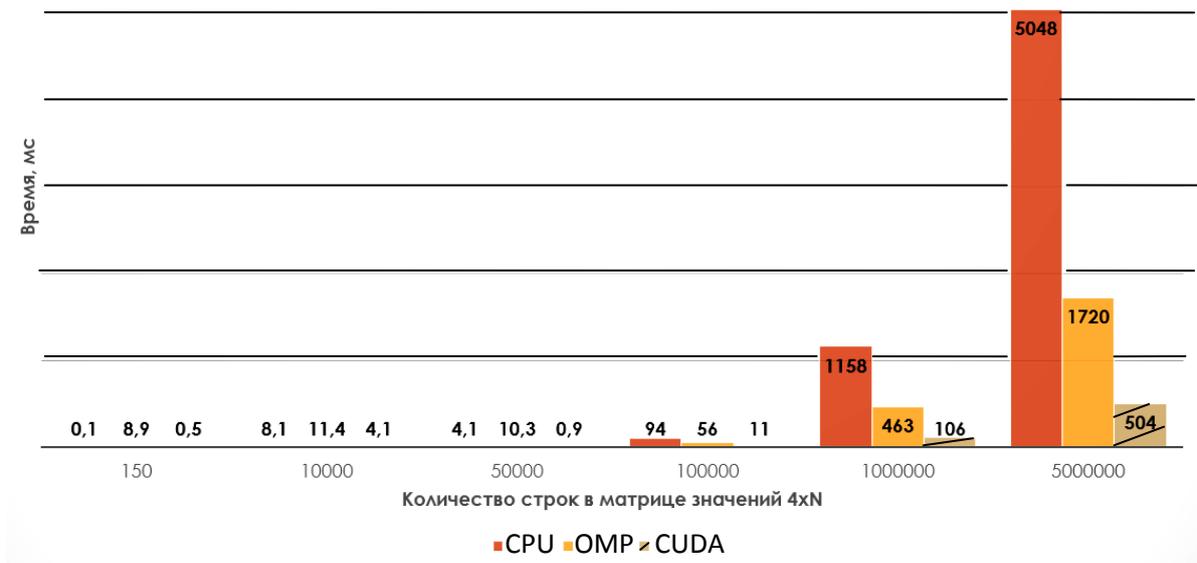


Рис. 4. Время выполнения алгоритмов

По рис. 4 можно сделать вывод, что алгоритм CUDA эффективен на выборке данных как среднего (от 50 000 точек до 1 000 000), так и большого (свыше 1 000 000 точек) размера.

#### Библиографический список

1. Кэндрот Э., Сандерс Дж. Технология CUDA в примерах. Введение в программирование графических процессоров. М.: ДМК Пресс, 2018. 232 с.
2. Боресков А.В., Харламов А.А. Основы работы с технологией CUDA. М.: ДМК Пресс, 2010. 232 с.

## A NEW APPROACH TO GPU DATA PROCESSING

A.V. Gyluaev

**Abstract.** *This article discusses a new approach to data processing using nVidia CUDA technology. The problem of processing a two-dimensional array by rows or columns using massive parallelism is considered.*

**Keywords:** *CUDA, two-dimensional array processing, parallelism.*

Об авторе:

Гуляев Алексей Витальевич – магистрант, Тверской государственный технический университет, Тверь E-mail: stig153@rambler.ru

Научный руководитель – Калабин Александр Леонидович, доктор физико-математических наук, доцент кафедры программного обеспечения, Тверской государственный технический университет, Тверь.

About the author:

Gyluaev Alexey Vitalevich – bachelor of the Department of Software, Tver State Technical University, Tver. E-mail: stig153@rambler.ru

Research manager – Kalabin Alexandr Leonidovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Software, Tver State Technical University, Tver.

УДК 692.522.2: 004.42

## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ API ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОСТНАПРЯЖЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

С.И. Казимиров, А.А. Мальков

© Казимиров С.И., Мальков А.А., 2023

*Аннотация.* В статье проанализированы способы расчета постнапряженных конструкций в программных комплексах. Дан краткий обзор таких конструкций и перспектив их применения в строительстве. Исследован зарубежный опыт, предполагающий использование дорогостоящих программных продуктов, а также распространенные в России пути расчета постнапряженных конструкций. Изучены возможности API некоторых программных комплексов, имеющих на российском рынке, дана оценка применимости их для автоматизированного расчета конструкций из постнапряженного железобетона.

*Ключевые слова:* постнапряжение, натяжение на бетон, SCAD, расчет железобетона, API, JScript.

В 2019 году доля железобетона при проектировании новых объектов строительства составила 67,8 %, при этом 37,9 % относятся к зданиям, построенным по технологии монолитного железобетона. Этот процент растет. По своей природе железобетон неспособен сопротивляться значительным растягивающим напряжениям. Преодолеть данный недостаток в монолитном домостроении позволяет применение предварительного натяжения на бетон высокопрочной канатной арматуры в пластиковой оболочке, известной как моностренд, без сцепления с бетоном [1]. Данная технология на территории РФ пока не нашла широкого применения, чего нельзя сказать о странах Европы и США.

В практике зарубежных расчетов постнапряженных конструкций устоялось использование профессиональных программно-вычислительных

комплексов, имеющих встроенную возможность расчета постнапряженного железобетона и практически не представленных на российском рынке. Это ETABS или подобные [1, 2].

Российские проектные организации при расчете данных конструкций руководствуются либо СТО [1], либо нормами.

При проектировании постнапряженных конструкций с параболической раскладкой монострендов существует сложность в автоматизированном расчете, так как, помимо факторов, влияющих на простую преднапряженную арматуру, оказывать влияние начинает траектория раскладки канатов. Расчет подобных конструкций может производиться двумя способами:

1. Методом эквивалентных сил – напрягаемая арматура не моделируется напрямую, ее влияние на элемент представлено в виде эквивалентных сил [3, 4].

2. Методом прямого моделирования напрягаемой арматуры особым конечным элементом [3].

И первый, и второй методы могут быть реализованы в популярных у российских проектировщиков расчетных комплексах, таких как SCAD Soft, Lira Soft и др. Проблему представляет автоматизация расчетов, что может быть критичным при одновременном проектировании множества постнапряженных элементов (процесс требует множества итераций с корректировкой начальных параметров системы постнапряжения).

Способствовать улучшению ситуации в области расчета постнапряженных конструкций могло бы использование функционала существующих расчетных комплексов.

Для примера рассмотрим SCAD Office. В качестве механизма взаимодействия между пользовательскими расширениями и SCAD++ используется реализация JScript в рамках Windows Script [5].

Разработчиками предусмотрена библиотека .NET, основная идея которой состоит в создании плагина COM DLL с последующей регистрацией в реестре Windows и вызовом функционала .NET-плагина стандартным способом расширений JScript через ActiveXObject. Таким образом, сам JScript является точкой входа, которая вызывает сборку, где хранится вся основная логика выполнения плагина.

Приложения, написанные для SCAD Office, могут осуществлять:

1. Создание и модификацию расчетной схемы.
2. Получение свойств расчетной схемы.
3. Получение и обработку результатов расчета.
4. Создание отчетов по результатам расчета.
5. Передачу свойств и результатов расчета в другие программы.
6. Импорт информации из других программ и передачу в расчетную схему SCAD.

Описанного функционала достаточно для решения задач расчета постнапряженных конструкций.

Написание плагинов, позволяющих решить конкретную задачу, даст возможность рассчитывать потери напряжения, прочностные характеристики и поведение конструкций. Благодаря этому снизится стоимость проектирования новых изделий.

### **Библиографический список**

1. Анализ прочности постнапряженных железобетонных конструкций без сцепления арматуры с бетоном А.Н. Топилин [и др.] // Инновации и инвестиции. 2021. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-prochnosti-postnapryazhennyh-zhelezobetonnih-konstruktsiy-bez-stsepleniya-armatury-s-betonom> (дата обращения: 08.02.2023).

2. Mani P., Ponnada M.R., Geddada Y. Finite-element modeling of partially prestressed concrete beams with unbonded tendon under monotonic loadings Finite-element modeling // Journal of Engineering Design and Technology. 2022. № 1. URL: [https://www.researchgate.net/publication/357776114\\_Finite-element-modeling\\_of\\_partially\\_prestressed\\_concrete\\_beams\\_with\\_unbonded\\_tendon\\_under\\_monotonic\\_loadings\\_Finite-element\\_modeling](https://www.researchgate.net/publication/357776114_Finite-element-modeling_of_partially_prestressed_concrete_beams_with_unbonded_tendon_under_monotonic_loadings_Finite-element_modeling) (дата обращения: 08.02.2023).

3. Портаев Д.В. Расчет и конструирование монолитных преднапряженных конструкций гражданских зданий. М.: Ассоциация строительных вузов, 2011. 247 с.

4. Особенности моделирования железобетонных элементов при поэтапном создании постнапряжения / Т.Р. Баркая [и др.] // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». 2022. № 3 (15). С. 5–11.

5. SCAD Office. Версия 21. Вычислительный комплекс SCAD++ / В.С. Карпиловский [и др.]. М.: СКАД СОФТ, 2015. 807 с.

## **ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF SOFTWARE AND COMPUTING SYSTEMS API FOR THE ANALYSIS OF THE POST-TENSIONED STRUCTURES**

**S.I. Kazimirov, A.A. Malkov**

***Abstract.** The article analyzes the methods of calculation of post-tensioned structures in software systems. A brief review of such structures and prospects of their application in construction is given. Foreign experience, which implies the use of expensive software products, as well as the ways of calculation of post-tensioned structures common in Russia are studied. API capabilities of some software packages available on the Russian market are*

*studied, their applicability for automated calculation of post-tensioned reinforced concrete structures is assessed.*

*Translated with [www.DeepL.com/Translator](http://www.DeepL.com/Translator) (free version)***Keywords:** *post-tensioning, concrete tension, SCAD, calculation of reinforced concrete, API, JScript.*

Об авторах:

Казимиров Сергей Игоревич – аспирант, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: kazimirow97@mail.ru

Мальков Александр Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры программного обеспечения, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: kja227@list.ru

About the authors:

Kazimirov Sergei Igorevich – post-graduate student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: kazimirow97@mail.ru

Malkov Alexander Anatolievich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Software, Tver State Technical University, Tver. E-mail: kja227@list.ru

**УДК 004.622**

## **РАЗРАБОТКА КЛАСТЕРИЗАЦИИ КАТЕГОРИАЛЬНЫХ ДАННЫХ МЕТОДОМ CLOPE**

**Е.Д. Минаков**

**© Минаков Е.Д., 2023**

**Аннотация.** *В статье рассмотрена кластеризация категориальных данных. Для реализации был выбран такой метод, как Clope. Описана его работа и тестовые данные, на которых проводилась кластеризация.*

**Ключевые слова:** *кластеризация, Clope, категориальные данные, Data Mining.*

В наше время все больше и больше компаний, стремясь к росту результативности и прибыльности бизнеса, пользуются цифровыми (автоматизированными) методами обработки данных и записи их в базу данных. Это несет в себе как огромные преимущества, так и определенные недостатки, связанные с объемом полученных данных: при чрезмерно большом увеличении объема полученной информации усложняются ее

обработка и анализ; делать выводы по полученным данным становится все труднее; вероятность того, что некоторые детали могут быть упущены, очень быстро растет. Данная проблема явилась причиной развития различных подходов и методов, позволяющих проводить автоматический анализ данных. Для решения вопросов существуют математические методы, которые и образуют направление Data Mining.

В связи с указанной проблемой было решено использовать такое направление Data Mining, как кластеризация. Кластеризация – это задача разбиения множества объектов на группы, называемые кластерами. Внутри каждой группы должны оказаться похожие объекты, а объекты разных групп должны как можно сильнее отличаться друг от друга. Главное отличие кластеризации от классификации состоит в том, что перечень групп четко не задан и определяется в процессе работы алгоритма.

Для кластеризации были выбраны категориальные данные. Это данные с ограниченным числом уникальных значений или категорий (например, пол или религия). Категориальные переменные могут быть текстовыми или числовыми, в которых категории закодированы числовыми кодами (например, 0 = женский, а 1 = мужской).

Для проведения кластеризации был выбран метод Clope. Такой выбор связан с преимуществами алгоритма: скоростью работы, высокой масштабируемостью и хорошим качеством кластеризации. Причем это один из немногих методов кластеризации, который позволяет работать с категориальными данными.

Основной идеей метода Clope является использование глобального критерия оптимизации на основе максимизации функции стоимости применительно к задачам кластеризации. В качестве критерия берется средняя высота разбиения кластера. Однако бывают случаи, когда средняя высота у двух разбиений одинаковая и при этом они не содержат общие объекты. Тогда для оценки вместо средней высоты используется градиент и при сравнении двух градиентов выигрывает тот, у кого это значение больше.

Основная формула метода Clope выглядит следующим образом:

$$\Delta \text{Profit}(C) = \frac{S_{\text{new}}(C_p)}{W_{\text{new}}^r(C_p)} (|C_p| + 1) - \frac{S(C)}{W^r(C)} |C_p| ,$$

где  $S_{\text{new}}(C_p)$ ,  $W_{\text{new}}^r(C_p)$  – величины с добавленной новой транзакцией (категориальные данные);  $S(C)$  – площадь гистограммы (количество объектов в кластере);  $W^r(C)$  – ширина гистограммы (количество уникальных объектов в кластере);  $C$  – множество кластеров;  $p$  – кластер;  $r$  – коэффициент отталкивания, от которого зависит количество кластеров в конечном результате и, следовательно, то, как объекты стремятся слиться в один большой кластер.

Необходимо последовательно перебирать все транзакции, пытаясь добавить каждую в какой-нибудь кластер так, чтобы Profit был максимальным. Это будет происходить до тех пор, пока транзакции не закончатся. Затем следует перебрать их еще раз и попытаться переложить каждую транзакцию в другой кластер таким образом, чтобы Profit увеличился. Перебор будет происходить до тех пор, пока транзакции можно будет переложить. Когда перебор закончится, сформируется результат выполнения кластеризации.

В реализованном методе автор настоящей статьи добавил возможность приоритетной кластеризации по первому атрибуту в транзакции. Это сделано для того, чтобы пользователь смог разделить объекты на кластеры по интересующему его атрибуту.

В качестве наглядного примера работы метода был выбран набор данных, представленный в таблице.

Вулканы

Название вулкана	Местоположение	Тип местоположения	Действующий	Извергался		
				В I тысячелетии	Во II тысячелетии	В XXI веке
Эйяфьядлайекюдль	Исландия	Остров	Да	Неиз.	Да	Да
Везувий	Евразия	Материк	Да	Да	Да	Нет
Килиманджаро	Африка	Материк	Нет	Неиз.	Неиз.	Нет
Ключевская Сопка	Евразия	Материк	Да	Неиз.	Да	Да
Таупо	Новая Зеландия	Остров	Нет	Да	Нет	Нет
Катман	Северная Америка	Материк	Да	Неиз.	Да	Нет
Сент-Хеленс	Северная Америка	Материк	Да	Неиз.	Да	Нет
Кракатау	Ява	Остров	Да	Неиз.	Да	Да
Казбек	Евразия	Материк	Нет	Нет	Нет	Нет

Коэффициент отталкивания  $r = 2$ , так как с этим коэффициентом для данного набора данных будет отображен наиболее точный результат. Для иных наборов данных пользователь должен лично подбирать наиболее подходящее для его целей значение  $r$ . После выполнения метода получатся следующие кластеры (рис. 1).

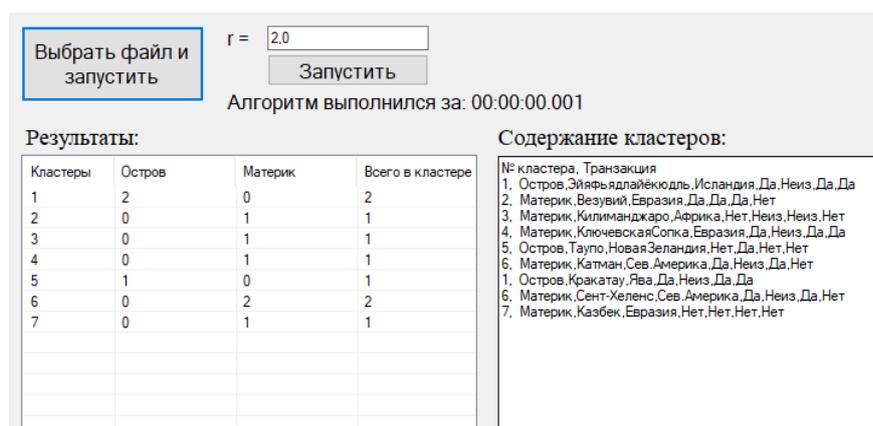


Рис. 1. Результат выполнения метода Сюре при  $g = 2$

Можно заметить (см. рис. 1), что в один кластер попали данные с наибольшим количеством совпадений. Кроме того, метод разделил приоритетный атрибут «тип местоположения» на разные кластеры, т.е. транзакции со значением «остров» попали в один кластер, а со значением «материк» – в другие (как уже говорилось ранее, с наибольшим количеством совпадений).

Для того чтобы показать, что метод способен работать с большим набором данных, рассмотрим пример, связанный с описанием образцов, соответствующих 23 видам жаберных грибов из семейств *Agaricus* и *Lepiota*. Каждый вид идентифицирован как определенно съедобный или ядовитый. Именно по этому атрибуту будет показана точность кластеризации.

Каждая транзакция содержит 22 атрибута:

1. cap shape: flare = b, conical = c, convex = x, flat = f, with shoulder = k, recessed = s.
2. Surface of the lid: fibrous = f, grooves = g, scaly = y, smooth = s.
3. Cap color: brown = n, buff = b, cinnamon = c, gray = g, green = r, pink = p, purple = u, red = e, white = w, yellow = y.
4. Bruises = t, none = f.
5. Smell: almond = a, anise = l, creosote = c, fishy = y, unpleasant = f, musty = m, none = n, spicy = p, spicy = s.
6. Gill attachment: attached = a, descending = d, loose = f, notched = n.
7. Gill spacing: close = c, crowded = w, far = d.
8. Size of gills: wide = b, narrow = n.
9. Gill color: black = k, brown = n, tan = b, chocolate = h, gray = g, green = r, orange = o, pink = p, purple = u, red = e, white = w, yellow = y.
10. Stem shape: increase = e, taper = t.
11. Stem-root: bulbous = b, clubs = c, cup = u, equal = e, rhizomorphs = z, rooted = r, absent = ?.

12. Stem surface above the ring: fibrous = f, scaly = y, silky = k, smooth = s.
13. Stem surface under the ring: fibrous = f, scaly = y, silky = k, smooth = s.
14. Stem color above the ring: brown = n, buff = b, cinnamon = c, gray = g, orange = o, pink = p, red = e, white = w, yellow = y.
15. Stem color under ring: brown = n, buff = b, cinnamon = c, gray = g, orange = o, pink = p, red = e, white = w, yellow = y.
16. Veil type: partial = p, universal = u.
17. Veil color: brown = n, orange = o, white = w, yellow = y.
18. Ring number: none = n, one = o, two = t.
19. Ring type: spider web = c, opaque = e, expanding = f, large = l, none = n, pendant = p, shell = s, zone = z.
20. Spore-print-color: black = k, brown = n, buff = b, chocolate = h, green = r, orange = o, purple = u, white = w, yellow = y.
21. Population: abundant = a, grouped = c, large = n, scattered = s, several = v, single = y.
22. Habitat: grasses = g, leaves = l, meadows = m, paths = p, urban = u, waste = w, forests = d.

Всего транзакций 8 124. Результат показан на рис. 2.

Выбрать файл и  
запустить

г =

Алгоритм выполнен за: 00:00:00.276

**Результаты:**

Кластеры	p	e	Всего в кластере
1	256	512	768
2	0	864	864
3	0	96	96
4	0	192	192
5	0	1728	1728
6	1296	0	1296
7	192	0	192
8	288	0	288
9	0	192	192
10	0	48	48
11	80	0	80
12	32	48	80
13	1728	0	1728
14	0	192	192
15	0	288	288
16	36	0	36
17	0	32	32
18	8	0	8
19	0	16	16

**Содержание кластеров:**

№ кластера, Транзакция

```

1. p.x.s.nt.p.f.c.n.k.e.e.s.s.w.w.p.w.o.p.k.s.u
1. e.x.s.y.t.a.f.c.b.k.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.n.n.g
1. e.b.s.w.t.l.f.c.b.n.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.n.n.m
1. p.x.y.w.t.p.f.c.n.n.e.e.s.s.w.w.p.w.o.p.k.s.u
2. e.x.s.g.f.n.f.w.b.k.t.e.s.s.w.w.p.w.o.e.n.a.g
1. e.x.y.y.t.a.f.c.b.n.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.k.n.g
1. e.b.s.w.t.a.f.c.b.g.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.k.n.m
1. e.b.y.w.t.l.f.c.b.n.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.n.s.m
1. p.x.y.w.t.p.f.c.n.p.e.e.s.s.w.w.p.w.o.p.k.v.g
1. e.b.s.y.t.a.f.c.b.g.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.k.s.m
1. e.x.y.y.t.l.f.c.b.g.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.n.n.g
1. e.x.y.y.t.a.f.c.b.n.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.k.s.m
1. e.b.s.y.t.a.f.c.b.w.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.n.s.g
1. p.x.y.w.t.p.f.c.n.k.e.e.s.s.w.w.p.w.o.p.n.v.u
2. e.x.f.n.f.n.f.w.b.n.t.e.s.f.w.w.p.w.o.e.k.a.g
2. e.s.f.g.f.n.f.c.n.k.e.e.s.s.w.w.p.w.o.p.n.y.u
2. e.f.f.w.f.n.f.w.b.k.t.e.s.s.w.w.p.w.o.e.n.a.g
1. p.x.s.n.t.p.f.c.n.n.e.e.s.s.w.w.p.w.o.p.k.s.g
1. p.x.y.w.t.p.f.c.n.n.e.e.s.s.w.w.p.w.o.p.n.s.u
1. p.x.s.n.t.p.f.c.n.k.e.e.s.s.w.w.p.w.o.p.n.s.u
1. e.b.s.y.t.a.f.c.b.k.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.n.s.m
1. p.x.y.n.t.p.f.c.n.n.e.e.s.s.w.w.p.w.o.p.n.v.g
1. e.b.y.y.t.l.f.c.b.k.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.n.s.m
1. e.b.y.w.t.a.f.c.b.w.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.n.n.m
1. e.b.s.w.t.l.f.c.b.g.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.k.s.m
1. p.f.s.w.t.p.f.c.n.n.e.e.s.s.w.w.p.w.o.p.n.v.g
1. e.x.y.y.t.a.f.c.b.n.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.n.n.m
1. e.x.y.w.t.l.f.c.b.w.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.n.n.m

```

Рис. 2. Результат выполнения метода Сюре на грибах при  $g = 2$

Даже на большом объеме данных алгоритм сохраняет скорость выполнения. Можно также заметить, что при  $r = 2$  в первый кластер попали съедобные и несъедобные грибы ( $p$  – несъедобные,  $e$  – съедобные), в других кластерах таких проблем нет. Нельзя сказать, что кластеризация выполнена неверно, так как в первый кластер попали те грибы, у которых максимальное количество совпадений по другим атрибутам. Но если пользователю требуется, чтобы ядовитые и съедобные грибы не попадали в один кластер, ему нужно немного изменить параметр  $r$ . Например, как показано на рис. 3, при  $r = 2,7$  уже не будет кластеров, в которых одновременно находятся ядовитые и съедобные грибы.

Выбрать файл и запустить

$r =$    

Запустить

Алгоритм выполнен за: 00:00:00.317

**Результаты:**

Кластеры	$p$	$e$	Всего в класте ^
1	256	0	256
2	0	512	512
3	0	768	768
4	0	96	96
5	0	96	96
6	0	192	192
7	0	1296	1296
8	0	432	432
9	192	0	192
10	1296	0	1296
11	288	0	288
12	0	192	192
13	0	48	48
14	72	0	72
15	0	48	48
16	32	0	32
17	8	0	8
18	1728	0	1728
19	0	192	192
20	0	288	288

**Содержание кластеров:**

```

№ кластера, Транзакция
1. p.x.s.n.t.p.f.c.n.k.e.e.s.s.w.w.p.w.o.p.k.s.u
2. e.x.s.y.t.a.f.c.b.k.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.n.n.g
2. e.b.s.w.t.l.f.c.b.n.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.n.n.m
1. p.x.y.w.t.p.f.c.n.n.e.e.s.s.w.w.p.w.o.p.k.s.u
3. e.x.s.g.f.n.f.w.b.k.t.e.s.s.w.w.p.w.o.e.n.a.g
2. e.x.y.y.t.a.f.c.b.n.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.k.n.g
2. e.b.s.w.t.a.f.c.b.g.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.k.n.m
2. e.b.y.w.t.l.f.c.b.n.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.n.s.m
1. p.x.y.w.t.p.f.c.n.p.e.e.s.s.w.w.p.w.o.p.k.v.g
2. e.b.s.y.t.a.f.c.b.g.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.k.s.m
2. e.x.y.y.t.l.f.c.b.g.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.n.n.g
2. e.x.y.y.t.a.f.c.b.n.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.k.s.m
2. e.b.s.y.t.a.f.c.b.w.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.n.s.g
1. p.x.y.w.t.p.f.c.n.k.e.e.s.s.w.w.p.w.o.p.n.v.u
3. e.x.f.n.f.n.f.w.b.n.t.e.s.f.w.w.p.w.o.e.k.a.g
4. e.s.f.g.f.n.f.c.n.k.e.e.s.s.w.w.p.w.o.p.n.y.u
3. e.f.f.w.f.n.f.w.b.k.t.e.s.s.w.w.p.w.o.e.n.a.g
1. p.x.s.n.t.p.f.c.n.n.e.e.s.s.w.w.p.w.o.p.k.s.g
1. p.x.y.w.t.p.f.c.n.n.e.e.s.s.w.w.p.w.o.p.n.s.u
1. p.x.s.n.t.p.f.c.n.k.e.e.s.s.w.w.p.w.o.p.n.s.u
2. e.b.s.y.t.a.f.c.b.k.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.n.s.m
1. p.x.y.n.t.p.f.c.n.n.e.e.s.s.w.w.p.w.o.p.n.v.g
2. e.b.y.y.t.l.f.c.b.k.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.n.s.m
2. e.b.y.w.t.a.f.c.b.w.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.n.n.m
2. e.b.s.w.t.l.f.c.b.g.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.k.s.m
1. p.f.s.w.t.p.f.c.n.n.e.e.s.s.w.w.p.w.o.p.n.v.g
2. e.x.y.y.t.a.f.c.b.n.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.n.n.m
2. e.x.y.w.t.l.f.c.b.w.e.c.s.s.w.w.p.w.o.p.n.n.m
                    
```

Рис. 3. Результат выполнения метода Слоре на грибах при  $r = 2,7$

После всех приведенных выше примеров можно сказать, что простая идея метода Слоре делает его быстрым, масштабируемым и экономным в плане использования памяти при кластеризации большого количества категориальных данных. Кроме того, Слоре не очень чувствителен к порядку данных и требует немного знаний предметной области для управления количеством кластеров, т.е. пользователю нужно управлять

только коэффициентом отталкивания. Эти особенности делают Clope хорошим методом кластеризации для категориальных данных, а также для предварительной обработки при анализе транзакционных данных, таких как, например, корзина покупателя и данные об использовании интернета.

### **Библиографический список**

1. Бильгаева Л.П., Самбялов З.Г. Один способ кластеризации категориальных данных с неполным обучением и его оценка. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=33381> (дата обращения: 25.02.2023).

2. CLOPE: A Fast and Effective Clustering Algorithm for Transactional Data. Yiling Yang, Xudong Guan, Jinyuan You, 2002 г. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.13.7142&rep=rep1&type=pdf> (дата обращения: 24.03.2023).

3. Предлагаемые методы и математическое обеспечение. Методы кластеризации. URL: [https://studwood.net/1596803/informatika/predlagaemue\\_metody\\_matematicheskoe\\_obespechenie](https://studwood.net/1596803/informatika/predlagaemue_metody_matematicheskoe_obespechenie) (дата обращения: 25.03.2023).

4. Кластеризация категорийных данных: масштабируемый алгоритм CLOPE. URL: <https://loginom.ru/blog/clope> (дата обращения: 22.03.2023).

## **DEVELOPMENT OF CLUSTERING CATEGORIAL DATA WITH THE CLOPE METHOD**

**Minakov E.D.**

***Abstract.** This article discusses the clustering of categorical data. For implementation, a clustering method such as Clope was chosen. Its work and test data on which clustering was carried out are described.*

***Keywords:** clustering, Clope, categorical data, data mining.*

Об авторах:

Минаков Евгений Дмитриевич – магистрант кафедры программного обеспечения, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: [minakovzhenya@mail.ru](mailto:minakovzhenya@mail.ru)

Научный руководитель – Биллиг Владимир Арнольдович, кандидат технических наук, профессор кафедры программного обеспечения, Тверской государственной технической университет, Тверь.

About the authors:

Minakov Eugene Dmitrievich – Master's student of the Department of Software, Tver State Technical University, Tver. E-mail: [minakovzhenya@mail.ru](mailto:minakovzhenya@mail.ru)

Research manager – Billig Vladimir Arnoldovich, Ph.D., Professor of the Department of Software, Tver State Technical University, Tver.

УДК 691.3

## МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

И.Ю. Некрасова

© Некрасова И.Ю., 2023

*Аннотация.* В статье рассмотрены проблема растущего количества отходов в стране и необходимость установления их максимально эффективного применения в различных сферах, в том числе при производстве строительных материалов. Сделан вывод о том, что целесообразнее делать это путем использования методов математического моделирования. Кратко изложены суть и возможности машинного обучения нескольких моделей.

**Ключевые слова:** машинное обучение, зола, модель, методы.

Строительный сектор является одним из крупнейших потребителей мировой энергии. Он составляет порядка трети от всего количества. Значительный ущерб окружающей среде при производстве цемента и прочих компонентов данной сферы наносят выбросы углекислого газа [1]. В статье [2] указано, что выбросы CO<sub>2</sub> при производстве цемента составляют 5–7 % от общего объема выбросов CO<sub>2</sub> в мире. Стоит также отметить, что бетон – наиболее используемый строительный материал. Согласно статистическим данным, 1 тонна бетона выделяет примерно 0,13 тонны углекислого газа [2]. Ввиду ускоренного развития технологического прогресса и увеличения потребления материалов с выделением различных газов в атмосферу назрел актуальный вопрос о снижении уровня загрязняющих выбросов и энергозатрат потребляемых ресурсов [3].

В последнее время становится все популярнее концепция ресурсосбережения, в основе которой лежит рациональное использование сырья. Согласно этой концепции, изделия производятся путем замены отходами части вяжущего вещества, в некоторых случаях – доли заполнителя. Например, таковыми вторичными ресурсами являются летучая зола, отработанный литейный песок, доменный шлак, стекло, метакаолин, зола рисовой шелухи, переработанный заполнитель, бетонный лом и пр. [3]. Включение компонентов подобного плана позволяет сэкономить на стоимости изделий и его составляющих. В свою очередь,

вторичные ресурсы определяются по своему назначению и не занимают дополнительных площадей, не наносят ущерба окружающей среде.

Среди техногенных отходов одно из первых мест по объему выпуска занимают золы и шлаки от сжигания твердых видов топлива (угля разных видов) на тепловых электростанциях (ТЭС). На многих ТЭС ежегодный выход золы и шлака превышает 1 миллион тонн. Вопрос внедрения техногенных отходов в качестве микронаполнителя при создании строительных композитов возник из-за большого количества самих отходов и истощения земных ресурсов. Постоянные сбросы зол и шлаков от сжигания углей увеличивают суммарный объем складироваемых отходов, наносят весомый урон окружающей среде, причем располагаются отходы на огромных территориях. По этой причине их переработка является важным направлением природоохранных и ресурсосберегающих мер. Она приводит к ликвидации крупнотоннажных отвалов, скопившихся за многие годы. Золошлаки имеют пятый класс опасности отходов, они практически безопасны, применимы в производстве строительных материалов, в дорожном строительстве, рекультивации [4].

Эффективность использования золошлаковых отходов (ЗШО) определяется как относительно низкая, поскольку сам технологический процесс остается без изменений. Кроме того, при введении оптимального количества данного компонента в состав бетонной смеси улучшается ее удобоукладываемость, снижаются водопроницаемость и усадка, обеспечивается высокая морозостойкость. Применение золы не оказывает отрицательного воздействия на модуль упругости бетона [5].

В бетонной смеси зола играет роль не только активной минеральной добавки, увеличивающей количество вяжущего, но и микронаполнителя, улучшающего гранулометрию песка и активно влияющего на процессы структурообразования бетона. Тончайшие фракции золы могут действовать как пуццоланы. Имеет полифункциональный характер зольная добавка, введение ее взамен части песка позволяет решить задачу оптимизации составов [5].

При подборе вводимого наполнителя весьма вероятно получить в какой-то момент снижение прочности. Это может быть связано с эффектом разбавления матрицы, что определяется повышенным процентом замены [3]. Таким образом, можно отметить отличающееся поведение бетона на различных уровнях замещения. Данный аспект имеет несколько причин: состав и дозировка золы, свойства и тип составляющих бетона, пропорциональность смеси. Необходимо свести все моменты и выявить оптимальное соотношение по составу и характеристикам материала [3].

В настоящее время для решения вышеуказанной проблемы следует использовать возможности математического моделирования и машинного обучения.

Машинное обучение – это комплекс алгоритмов, отличительной чертой которых является программирование не вручную, а посредством обучения за счет использования решений схожих задач [6].

Предлагаемые способы позволяют выявить оптимальность всех условий и сократить время обработки. Например, методы искусственного интеллекта (среди них метод случайного леса (random forest, RF), метод опорных векторов (support vector machine, SVM), искусственные нейронные сети (artificial neural network, ANN), программирование экспрессии генов (gene expression programming, GEP), регрессия опорных векторов (support vector regression, SVR), сверточная нейронная сеть (convolution neural network, CNN)) были использованы для разработки статистической зависимости нескольких величин и установления показателей, определяющих характеристики бетона.

Так, Чжан и другие ученые [7] разработали модель случайного леса для исследования свойств бетона из синтетического песка. По итогам она показала более низкую эффективность по сравнению с другими моделями. В работе Сан и других исследователей [8] метод случайного леса использовался в паре с алгоритмом оптимизации для прогнозирования одноосной прочности на сжатие бетона. Результаты исследования показали отличную точность модели с высокой корреляцией [3].

Алгоритм искусственной нейронной сети применялся для моделирования прочности на сжатие легкого бетона, пенобетона, силикатного газобетона и высокоэффективного бетона из вторичного заполнителя [3]. В данном случае можно отметить превосходную взаимосвязь для оценки основных свойств бетона. Однако данный метод рассматривается как алгоритм черного ящика, так как не учитывается информация или физические явления, связанные с поставленной задачей [3].

В работе [9] введены параллельно три модели:

модель дерева решений (decision tree, DT);

модель случайного леса (RF);

модель нейронной сети (NN).

Метод дерева решений сравнительно прост в понимании и интерпретации, позволяет оценить модель и ее надежность при помощи статистических тестов. Метод случайного леса, в свою очередь, отличается способностью эффективно обрабатывать данные с большим числом признаков и классов, высокой параллелизуемостью и масштабируемостью. При этом стоит отметить большой размер получающихся моделей [9].

Все вышеприведенные методы машинного обучения были рассмотрены на основе анализа различных источников. Для более четкого представления необходимы дополнительные исследования материалов и изучение литературы по данной тематике.

### **Библиографический список**

1. Du H., Pang S.D. Value-added utilization of marine clay as cement replacement for sustainable concrete production // Journal of Cleaner Production. 2018. Vol. 198. Pp. 867–873.
2. Comparison of CO<sub>2</sub> emissions from OPC and recycled cement production / Z. He [et al.] // Construction and Building Materials. 2019. Vol. 211. Pp. 965–973.
3. Machine Learning-Based Modeling with Optimization Algorithm for Predicting Mechanical Properties of Sustainable Concrete / Muhammad Izhar Shah [et al.] // Advances in Civil Engineering. 2021. Vol. 9. 2021. Pp.1–15.
4. Ефременко А.С. Высокопрочные легкие бетоны на основе тонкомолотых композиционных вяжущих с использованием золы терриконов: автореф. на соиск. ученой степ. канд. техн. наук. Иркутск, 2013. 24 с.
5. Юрьев И.Ю., Скрипникова Н.К., Луценко А.В. Применение зол гидроудаления ТЭС в производстве строительных материалов // Научный альманах. 2015. № 7. С. 78–81.
6. Акжолов Р.К. Машинное обучение // Международный научный журнал «Вестник науки». 2019. № 6 (15) Т. 3. С. 348–351.
7. Zhang J., Li D., Y. Wang. Toward intelligent construction: prediction of mechanical properties of manufactured-sand concrete using tree-based models // Journal of Cleaner Production. Vol. 258. 2020. 12 p.
8. Prediction of the strength of rubberized concrete by an evolved random forest model / Y. Sun [et al.] // Advances in Civil Engineering. 2019. Pp.1–7 p.
9. Comparison of Machine Learning Techniques for the Prediction of Compressive Strength of Concrete / Palika Chopra [et al.] // Advances in Civil Engineering. 2018. Pp. 1–9 p.

## **MACHINE LEARNING METHODS**

**Nekrasova I.Yu.**

***Abstract.** The article deals with the problem of the growing amount of waste in the country and the need to establish their most effective use in various fields, including in the production of building materials. It is concluded that it is more expedient to do this by using mathematical modeling methods. The essence and possibilities of machine learning of several models are briefly described.*

***Keywords:** machine learning, ash, model, methods.*

Об авторе:

Некрасова Ирина Юрьевна – аспирант кафедры программного обеспечения, Тверской государственной технической университет, Тверь.  
E-mail: ir.ne-13@yandex.ru

Научный руководитель – Калабин Александр Леонидович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры программного обеспечения, Тверской государственной технической университет, Тверь.

About the author:

Nekrasova Irina Yuryevna – postgraduate student of the Department of Software, Tver State Technical University, Tver. E-mail: ir.ne-13@yandex.ru

Research manager – Kalabin Aleksandr Leonidovich, Ph.D., Professor of the Department of Software, Tver State Technical University, Tver.

**УДК 004.65**

## **РАЗРАБОТКА СУБД НА ОСНОВЕ ОБЪЕКТНОГО ЗАПРОСА**

**К.Е. Петров**

**© Петров К.Е., 2023**

***Аннотация.** В статье рассмотрена разработка системы управления базами данных (СУБД) на основе объектного запроса. Показаны особенности современных СУБД. Приведены примеры ограничений, благодаря которым систему можно упростить для локального использования. Описаны структуры для хранения различных данных и алгоритмы доступа к ним.*

***Ключевые слова:** база данных, AVL-дерево, буфер, транзакция, управляемый код.*

Системы управления базами данных (СУБД) – важная часть прикладного программного обеспечения, где используется в основном язык запросов SQL. Такие программные библиотеки, как MySQL, MongoDB, PostgreSQL, SQLite, являются универсальными и по своей структуре сложными системами, что делает их тяжелыми и избыточными для небольших задач. Обычно языком программирования выступает C++, но даже так вес библиотек может превышать десятки, а то и сотни мегабайт. За исключением SQLite, остальным популярным библиотекам необходим запуск в отдельных процессах, что делает их требовательными к ресурсам компьютера.

Исходя из вышеперечисленных особенностей современных СУБД, можно убрать некоторые из них, ограничив функционал, и оставить только основные с акцентом на локальное и однопоточное использование. Составим список особенностей разрабатываемой СУБД.

Первой важной особенностью является объектный запрос. Это значит, что работа с базой данных будет проводиться не посредством языка SQL, а с помощью методов и объектов. Таким образом, пропускается задача разбора текстового запроса на составляющие и постоянной генерации новых строк.

В качестве языка программирования будет использован C#. Его плюсы: JIT – оптимизация кода, что позволит эффективнее использовать программный код для запускаемой платформы; безопасность – в проекте будет использоваться только управляемый код; кроссплатформенность – библиотека будет работать там, где есть среда .NET Framework; поддержка старых версий среды выполнения – используемые программные методы реализованы почти с первых версий языка C#.

Список используемых библиотек:

*System* – содержит фундаментальные и базовые классы, определяющие часто используемые типы значений и ссылочных данных [1];

*System.Collections.Generic* – содержит интерфейсы и классы, определяющие универсальные коллекции [2];

*System.IO* – содержит типы, позволяющие осуществлять чтение и запись в файлы и потоки данных [3];

*System.Text* – содержит классы, которые представляют кодировки ASCII и Юникода [4].

Следующей особенностью является выборка по принципу «ключ – значение». Это значит, что в каждой таблице будет по одному ключевому столбцу и только по нему можно делать выборку. Значения такого столбца уникальны и могут быть одним из двух типов: целочисленное (4 байта) и строка константного размера (в кодировке Юникода). Все остальные столбцы могут иметь те же типы, что и идентификатор, а также логический (1 байт) и вещественный (4 байта) типы.

Последним ограничением является выполнение только основных операций по определенному ключу, не считая создания, удаления, переименования таблиц и столбцов. К вторичным свойствам можно отнести небольшой вес библиотеки, отсутствие технических параметров, доступных пользователю, простоту кода.

Из перечисленных особенностей можно построить интерфейс, доступный пользователю (рис. 1, 2). Алгоритм обращения к базе данных следующий: создаем объект DataBase, в качестве параметра указываем путь к базе данных; создаем объект Query, где аргументами выступают объект DataBase, название таблицы и список столбцов, с которыми будем

работать; вызываем операцию выборки Select с указанием искомого идентификатора. Если все прошло успешно, метод вернет значение true и заполнит публичный объект result, являющийся полем объекта Query. Вызываем метод Get, где передаем название столбца и переменную с параметром out, в которую будет записано значение.

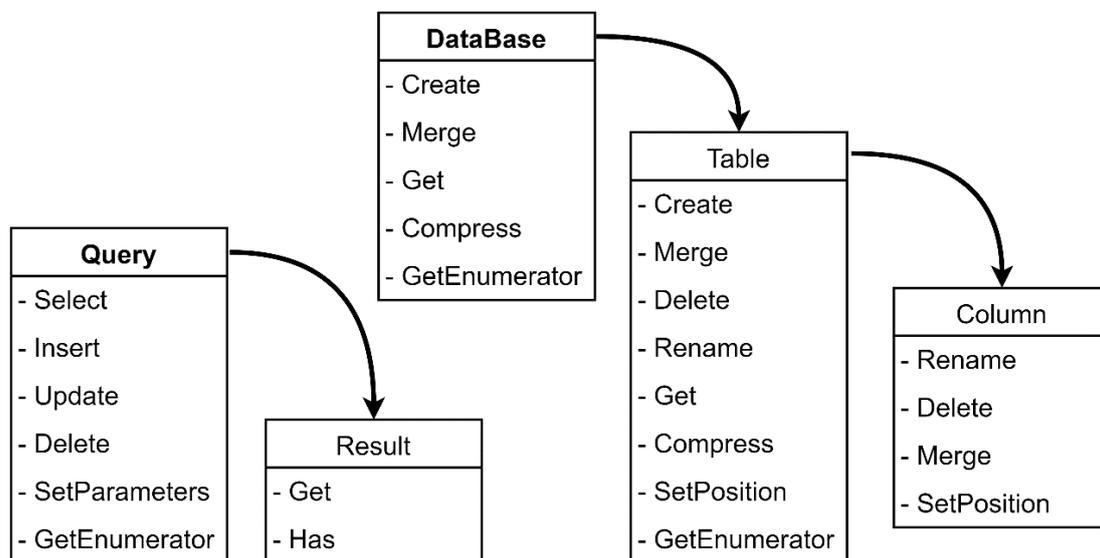


Рис. 1. Схема доступных пользователю методов и классов

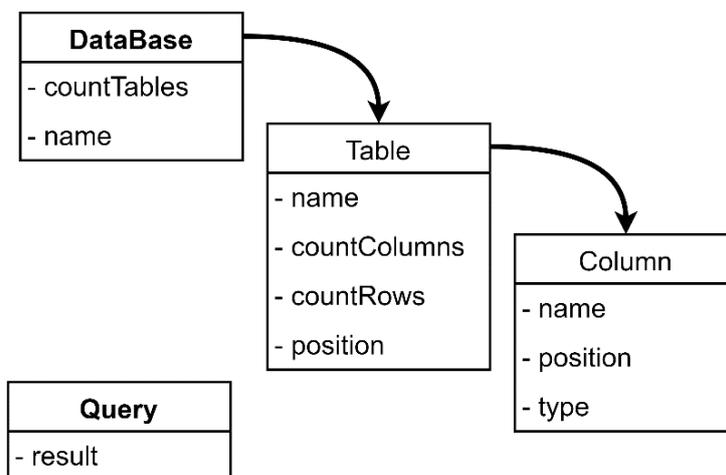


Рис. 2. Схема доступных пользователю полей и классов

Структурно база данных будет представлять собой папку с файлами:

1. *Описание.des* – хранит информацию о таблицах и ее столбцах (рис. 3), состоит из блоков константного размера. Максимальное число таблиц равно 256, а количество столбцов в каждой таблице – 256. Длина имени – до 100 символов в кодировке Юникод.

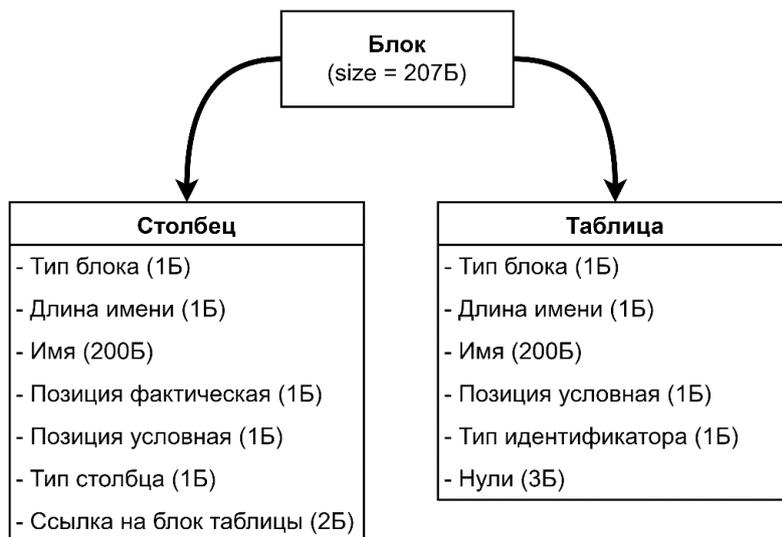


Рис. 3. Схема состава блока файла описания

2. *Буфер.buf* – необходим для проведения транзакций. Так как есть риск отключения электричества при записи данных на диск, все вносимые изменения сначала дублируются в этот файл и только потом – в основной. Алгоритм транзакции следующий: считываем секцию с диска; проводим необходимые изменения данных; записываем в файл буфера с вызовом метода `flush`, первым байтом файла указываем ноль; перезаписываем первый байт на единицу, тем самым показывая, что файл записан и корректен; записываем секцию в необходимый файл. Таким образом, при отключении питания на этапе инициализации БД будет проведено восстановление данных из файла буфера.

3. *Таблица.tab* (на каждую таблицу) – состоит из блоков, в которых хранятся данные пользователя. Каждый блок содержит 2 байта метаданных. Первый показывает заполненность блока, а второй указывает на определенную строку этого блока. Затем следуют 255 строк, которые состоят из столбцов таблицы. Таким образом, размер каждого блока имеет константное значение.

Основным принципом быстрого доступа к данным является хранение в оперативной памяти указателей (значение идентификатора – номер блока) по одному на каждый блок. Структурой для хранения таких указателей будет использоваться AVL-дерево. Так как данная структура является очень важной, ее следует реализовывать со следующими свойствами: итеративным подходом, без ссылки на родителя, без использования стека. Лист дерева будет иметь следующий вид: `Leaf right(4Б)`, `Leaf left(4Б)`, `key(4Б)`, `value(4Б)`, `balance(1Б)`. При запросе на получение элемента дерево должно возвращать ближайший элемент к интересующему нас идентификатору. Так как идентификатор таблицы имеет уникальные значения, искомое значение в блоке может либо присутствовать, либо отсутствовать.

После получения номера блока необходимо считать его из соответствующего файла таблицы, но в качестве оптимизации сначала идет проверка на наличие его в буфере (это массив блоков в оперативной памяти). Так как обращение к жесткому диску – сложная операция, хранение буфера в ОЗУ может дать преимущество при обращении к одним и тем же блокам.

Таким образом, происходит работа лишь с одним блоком, за исключением случаев, когда он переполняется. В такой ситуации блок делится на две части. В первую идет первая половина, а во вторую – вторая. Указателями таких блоков становятся строки 127 и 128 соответственно. Затем идет вставка нового элемента таким образом, чтобы строки были отсортированы. Получается это благодаря методу `System.Buffer.BlockCopy`, который копирует массив байтов целым блоком. Схема работы основных операций представлена на рис. 4.

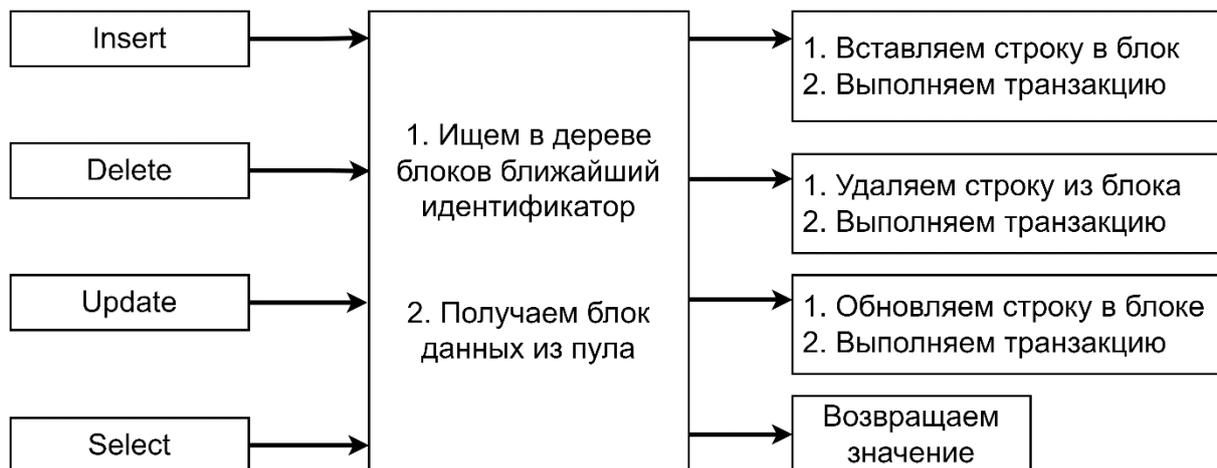


Рис. 4. Алгоритм основных операций для работы с базой данных

На этом основные этапы разработки СУБД заканчиваются.

### Библиографический список

1. System пространство имен. URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/api/system?view=net-6.0> (дата обращения: 26.02.2023).
2. System.Collections.Generic пространство имен. URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/api/system.collections.generic?view=net-7.0> (дата обращения: 26.02.2023).
3. System.IO пространство имен. URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/api/system.io?view=net-6.0> (дата обращения: 26.02.2023).
4. System.Text пространство имен. URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/api/system.text?view=net-7.0> (дата обращения: 26.02.2023).

## DBMS DEVELOPMENT BASED ON AN OBJECT QUERY

**К.Е. Petrov**

***Abstract.** This article discusses the development of a database management system (DBMS) based on an object query. The features of modern DBMS are shown. Examples of limitations are given, thanks to which the system can be simplified for local use. Structures for storing various data and algorithms for accessing them are described.*

***Keywords:** database, AVL tree, buffer, transaction, managed code.*

Об авторе:

Петров Кирилл Евгеньевич – магистрант, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: k.e.petrov@mail.ru

Научный руководитель – Мальков Александр Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры программного обеспечения, Тверской государственный технический университет, Тверь.

About the author:

Petrov Kirill Evgenievich – Master's student of the Department of Software, Tver State Technical University, Tver. E-mail: k.e.petrov@mail.ru

Research manager – Malkov Alexander Anatolyevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Software, Tver State Technical University, Tver.

**УДК 616.12-073.97-71**

## РАЗРАБОТКА ПОРТАТИВНОГО ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФА

**И.С. Полищук, Ю.В. Сидорова, К.В. Сидоров**

© Полищук И.С., Сидорова Ю.В.,  
Сидоров К.В., 2023

***Аннотация.** В статье приведено описание портативного электрокардиографа. Устройство разработано на основе микроконтроллерной платы DFduino UNO R3, оно позволяет регистрировать одноканальную электрокардиограмму (ЭКГ) человека. Подробно рассмотрены отведения съема сигнала ЭКГ, зубцы (пики) ЭКГ, а также структура портативного электрокардиографа. Даны фрагменты аппаратной и программной частей устройства. В ходе проведения*

*тестирования устройства получены предварительные результаты, наглядно показывающие работоспособность электрокардиографа.*

**Ключевые слова:** электрокардиография, сердечно-сосудистая система, электрокардиограф, датчик, электрод, микроконтроллер, ЭКГ.

Всемирная организация здравоохранения в 2020 году представила статистику, согласно которой причиной самого большого количества смертей в мире (более 18 миллионов за 2019 год) являются заболевания сердечно-сосудистой системы (ишемическая болезнь сердца, инсульт) [1]. Таким образом, разработка математических, программных и технических решений по мониторингу и диагностике состояния сердечно-сосудистой системы человека (область кардиологии) – актуальная задача.

Один из самых распространенных, быстрых и эффективных методов исследования в кардиологии – электрокардиография. Это диагностический метод, не требующий громоздкого оборудования. При работе сердца в нем протекают электрические токи, распространяющиеся по всему телу человека. Такую активность сердечной деятельности можно зарегистрировать с помощью указанного метода, который позволяет усилить небольшой электрический сигнал с поверхности кожи и на его основе получить представление о процессах, происходящих в сердце (в норме ли оно или есть какие-то отклонения) [2].

Для проведения съема и измерений используют специализированные приборы – электрокардиографы [3]. Они имеют в составе усилители биомедицинского сигнала и фильтры, очищающие сигнал от помех и шумов. Активность сердца регистрируется с помощью пары сигнальных электродов, а опорный электрод используется для согласования электрической цепи прибора с телом человека (его обычно располагают на щиколотке). Форма и параметры получаемого сигнала будут изменяться, если менять взаимное расположение электродов. Пара сигнальных электродов позволяет получить запись работы сердца в одном отведении, т.е. узнать, как текут токи вдоль некоторого определенного направления. Чтобы получить подробную картину распределения токов в различных отделах сердца, в кардиологии применяют 12 отведений [4] (рис. 1). Обработанные сигналы записываются в виде графиков (на миллиметровой бумаге либо в электронном виде), которые называются электрокардиограммами (ЭКГ), и в дальнейшем с ними работают врачи.

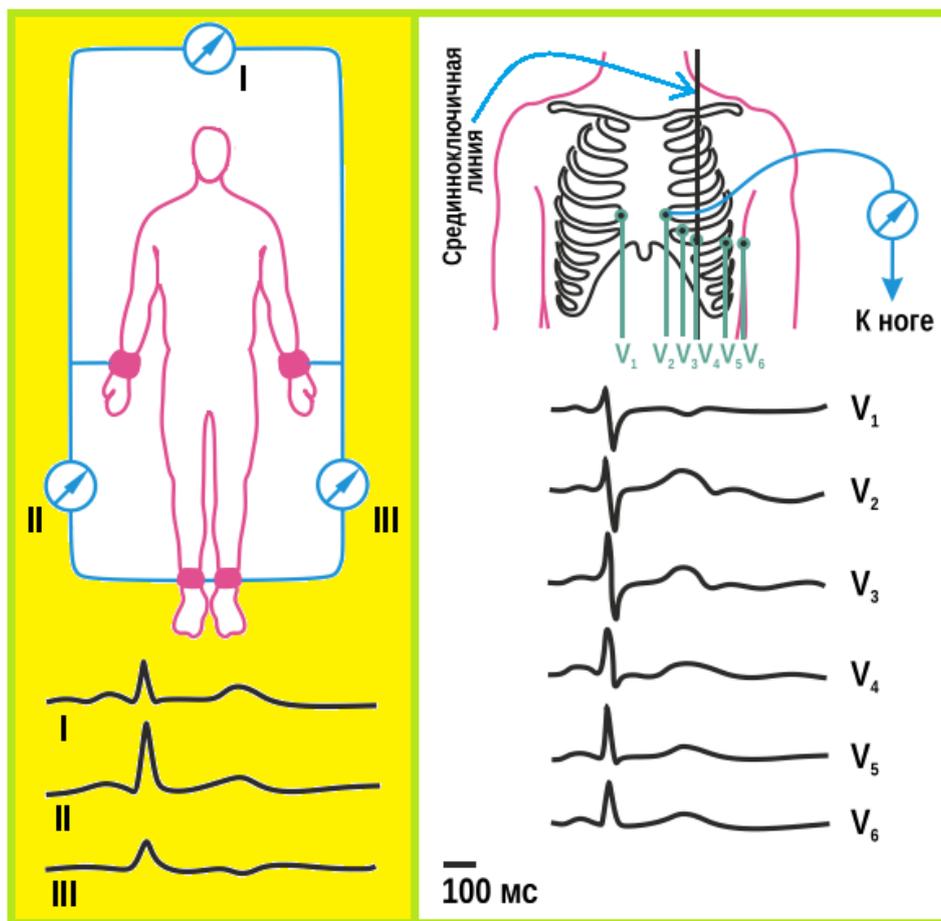


Рис. 1. Отведения Эйнтховена (I–III) и грудные отведения (V1–V6) в паттерне ЭКГ [4]

В паттерне ЭКГ (рис. 2) имеются разнообразные пики (зубцы). В начале сердечного цикла сердце расслаблено и его клетки неактивны. В этот момент на ЭКГ видна горизонтальная линия (изолиния). Первый пик – зубец P, соответствующий распространению возбуждения в предсердиях и началу их сокращения. Далее идет комплекс QRS, который состоит из двух маленьких отрицательных пиков (Q и S) и большого положительного пика R между ними, характеризующего мощную активацию кардиомиоцитов (мышечных возбудимых клеток) желудочков. Комплекс QRS отображает систолу желудочков. Затем появляется последний пик T, являющийся результатом процессов восстановления клеток сердца. К концу пика T желудочки опустошаются, начинается диастола сердца [4].

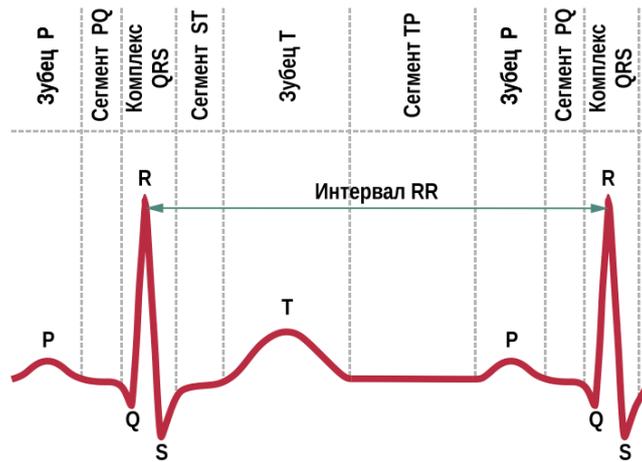


Рис. 2. Зубцы ЭКГ

(I отведение Эйнтховена: сигнальные электроды располагаются на запястьях, опорный электрод – на щиколотке)

На рис. 3 показана корреляция между пиками (зубцами) паттерна ЭКГ и фазами сердечного цикла, вариациями давления в желудочках и аорте, а также тонами сердца (все отслеживается на диаграмме Виггерса).

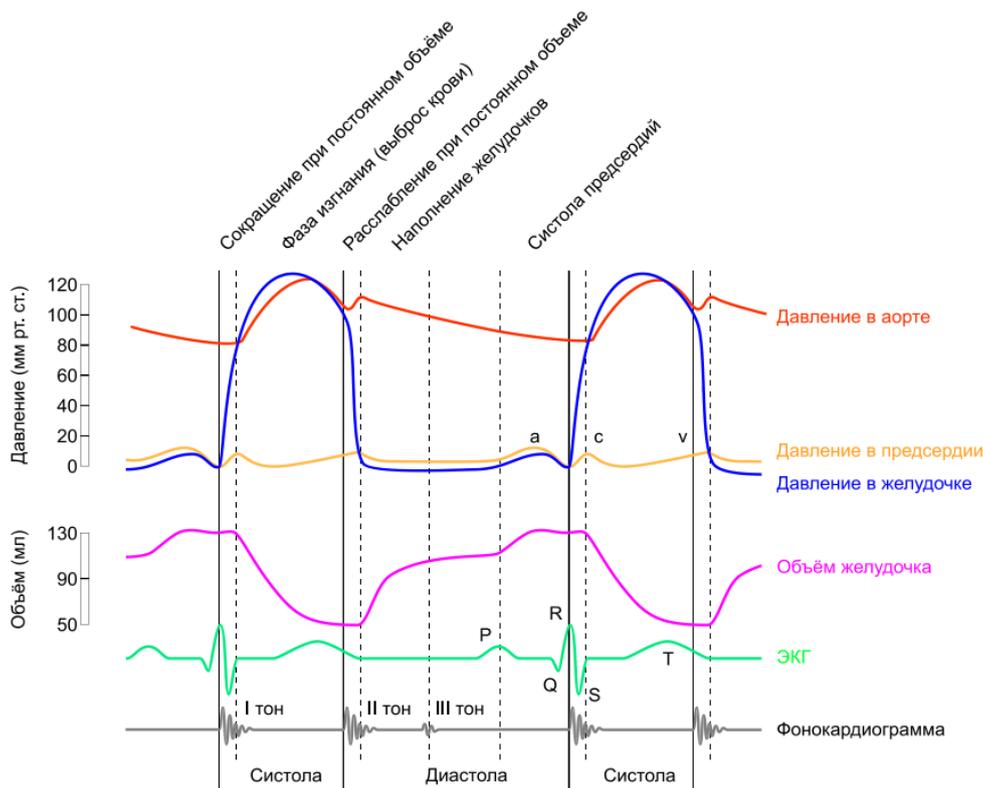


Рис. 3. Диаграмма Виггерса [4]

Врач-кардиолог, анализируя записи ЭКГ человека (при непрерывном мониторинговании ЭКГ в течение 24, 48 или 72 часов, иногда даже до 7 суток), может проводить диагностику, лечение и профилактику заболеваний сердца и сосудов, а также давать рекомендации для

прохождения пациентами соответствующей реабилитации после сердечно-сосудистых осложнений.

Один из самых простых и информативных показателей, определяемых по паттерну ЭКГ, – частота сердечных сокращений ((ЧСС), удары в минуту). Она рассчитывается по интервалу RR, длительность которого соответствует периоду сердечного цикла. Мониторинг характеристик ЧСС активно применяется в медицинской и спортивной практике. Показания ЧСС используют в качестве информативного (разделяющего) признака нормального ритма сердцебиения в состоянии покоя и при физической (умеренной или интенсивной) нагрузке. С применением показателя ЧСС (в комплексе с другими признаками, извлекаемыми из зарегистрированного паттерна ЭКГ) врач может с высокой достоверностью проводить первичное разделение нормального ритма сердца и разнообразных нарушений ритма сердцебиения (аритмий), например тахикардии (ЧСС более 100 уд/мин), брадикардии (ЧСС менее 60 уд/мин) и др.

В рамках данной работы авторами была поставлена задача разработать для регистрации и обработки одноканальной ЭКГ человека электрокардиограф, который в дальнейшем можно будет применять в учебном процессе кафедры автоматизации технологических процессов ТвГТУ.

Структура портативного электрокардиографа показана на рис. 4. Вариант конструкции прибора предусматривает как контактную передачу зарегистрированного сигнала ЭКГ аппаратной частью устройства, так и бесконтактную передачу сигнала ЭКГ в программную часть устройства.

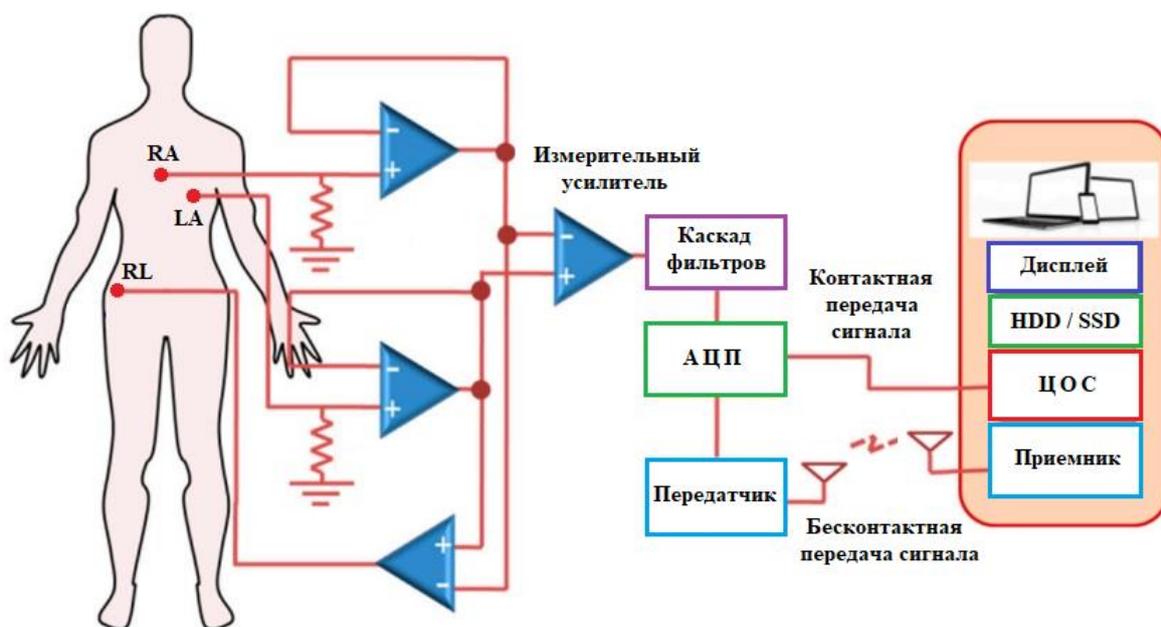


Рис. 4. Общая архитектура одноканального электрокардиографа:  
АЦП – аналого-цифровой преобразователь;  
ЦОС – цифровая обработка сигналов

При создании электрокардиографа принято решение использовать датчик зарубежной компании DFRobot (Analog ECG Heart Rate Sensor [5]), работа которого основана на применении известного модуля AD8232 [6]. Спецификация датчика DFRobot: входное напряжение 3,3–6 В (рекомендуемое значение 5 В), выходное напряжение 0–3,3 В, рабочий ток <10 мА, размер 35×22 мм, тип интерфейса PH2.0-3P. Фрагмент аппаратной части прибора представлен на рис. 5.

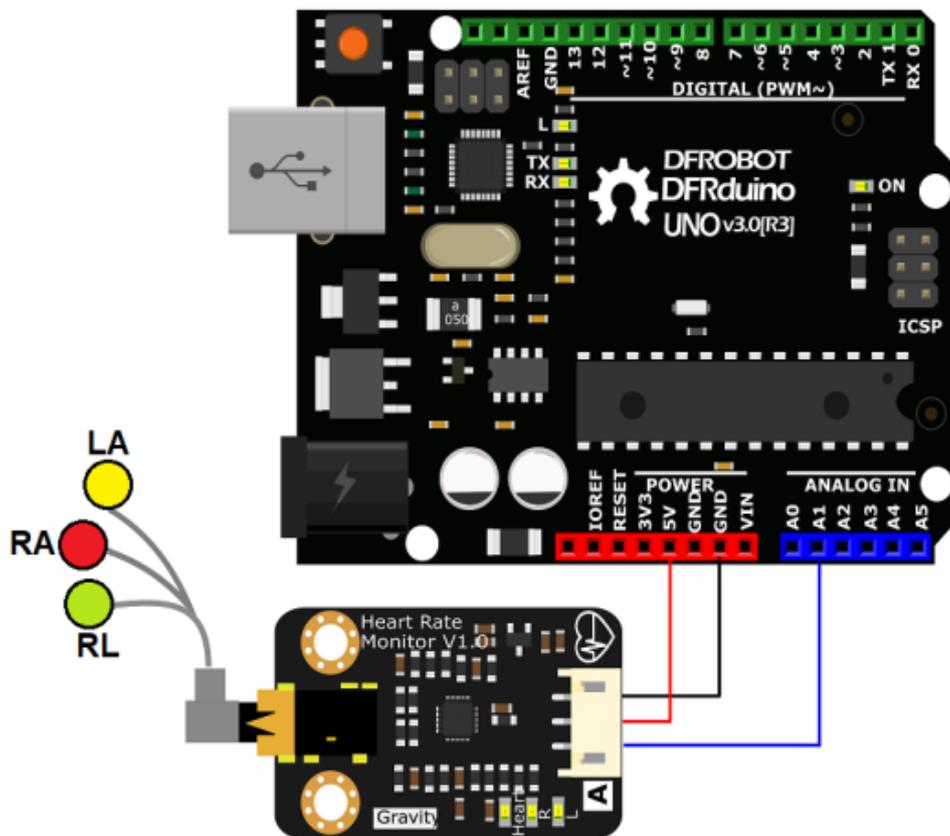


Рис. 5. Аппаратная часть портативного электрокардиографа:  
электрод RL – правая нога; электрод RA – правая рука;  
электрод LA – левая рука

Сигнал одноканальной ЭКГ от микроконтроллера DFRduino UNO R3 передается с помощью канала USB в персональный компьютер (ПК), на котором установлено программное средство для регистрации и обработки паттернов ЭКГ. Оно создано на платформе LabVIEW 2020 (рис. 6). На мониторе ПК отображаются результаты записей одноканальных ЭКГ в виде графических зависимостей.

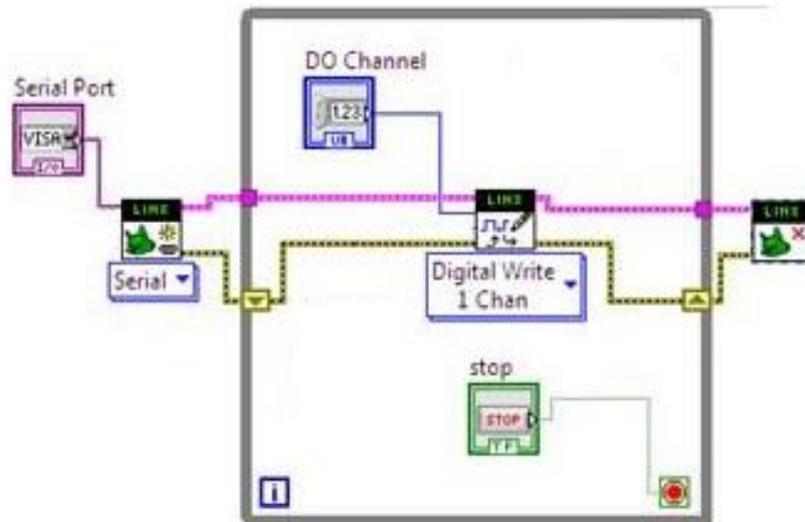


Рис. 6. Программная часть портативного электрокардиографа

На рис. 7 продемонстрирован паттерн одноканальной ЭКГ в состоянии покоя. Сигнал зарегистрирован на студенте ТвГТУ (мужчина, 21 год).

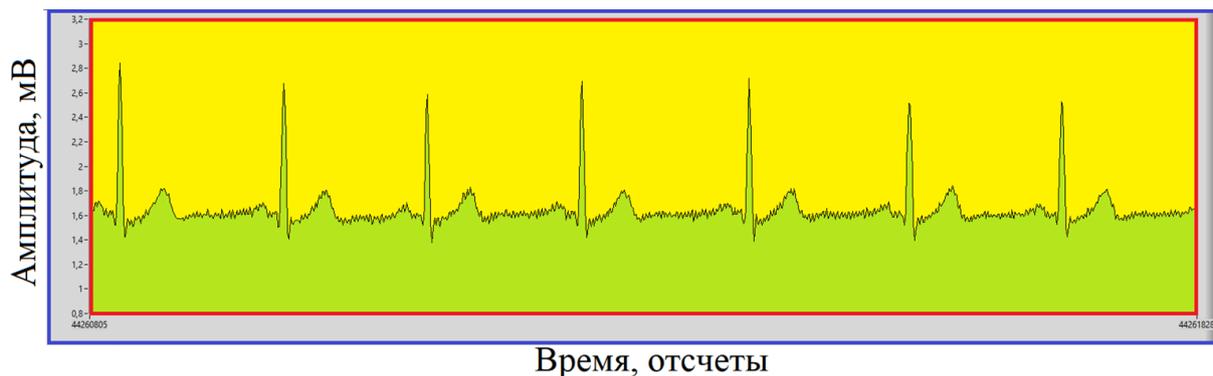


Рис. 7. Амплитудно-временное представление паттерна ЭКГ

В ходе проведения тестирования устройства были получены предварительные результаты, наглядно показывающие работоспособность предложенного электрокардиографа для регистрации и обработки одноканальной ЭКГ.

В будущем планируется решить проблему самовозбуждения операционных усилителей и уменьшения общего числа шумов (для достижения требуемого соотношения «сигнал – шум») в аппаратной части устройства, а также реализовать процедуры по созданию программных алгоритмов для предобработки (фильтрации, нормализации и др.) и анализа одноканальной ЭКГ непосредственно в программной части электрокардиографа.

### Библиографический список

1. Десять ведущих причин смерти в мире. Всемирная организация здравоохранения. 2020. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death> (дата обращения: 07.03.2023).
2. Герман И. Физика организма человека. Долгопрудный: Интеллект, 2011. 994 с.
3. Majumder S., Mondal T., Deen M.J. Wearable Sensors for Remote Health Monitoring // Sensors. 2017. 17 (1), 130. URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/17/1/130> (дата обращения: 07.03.2023).
4. Прикладная электрофизиология. Методические материалы: теория и лабораторные работы. М.: Битроникс, 2017. 79 с. URL: <https://ntcontest.ru/upload/iblock/b9b/b9b6120243ba5603f9ccc71b60b87c77.pdf> (дата обращения: 07.03.2023).
5. Gravity: Analog Heart Rate Monitor Sensor (ECG) for Arduino. URL: <https://www.dfrobot.com/product-1510.html> (дата обращения: 07.03.2023).
6. AD8232: Single-Lead, Heart Rate Monitor Front End. URL: <https://www.alldatasheetru.com/datasheet-pdf/pdf/527942/AD/AD8232.html> (дата обращения: 07.03.2023).

## DEVELOPMENT OF A PORTABLE ELECTROCARDIOGRAPH

I.S. Polishchuk, Yu.V. Sidorova, K.V. Sidorov

**Abstract.** *The article describes a portable electrocardiograph. The device is developed on the basis of the DFRduino UNO R3 microcontroller board, it allows you to register a single-channel electrocardiogram (ECG) of a human. The ECG signal removal leads, ECG teeth (peaks), as well as the structure of a portable electrocardiograph are considered in detail. Fragments of the hardware and software parts of the device are given. During the testing of the device preliminary results were obtained that clearly show the performance of the electrocardiograph.*

**Keywords:** *electrocardiography, cardiovascular system, electrocardiograph, sensor, electrode, microcontroller, ECG.*

Об авторах:

Полищук Игорь Святославович – магистрант, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: [zsiliverz@gmail.com](mailto:zsiliverz@gmail.com)

Сидорова Юлия Владимировна – студентка, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: [us7129798@gmail.com](mailto:us7129798@gmail.com)

Сидоров Константин Владимирович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автоматизации технологических процессов,

Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: bmisidorov@mail.ru

About the authors:

Polishchuk Igor Svyatoslavovich – Master's student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: zsiliverz@gmail.com

Sidorova Yulia Vladimirovna – Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: us7129798@gmail.com

Sidorov Konstantin Vladimirovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technological Process Automation, Tver State Technical University, Tver. E-mail: bmisidorov@mail.ru

УДК 004.048:004.912

## АНАЛИЗ СТРУКТУР НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ СПАМА

А.А. Чугунов

© Чугунов А.А., 2023

***Аннотация.** В статье рассмотрена одна из проблем современного интернета – обнаружение спама среди потока писем. Для обнаружения спама предложено использование трех разных структур нейронных сетей: многослойного перцептрона, сверточной сети и рекуррентной нейронной сети. Приведены результаты использования трех структур нейронных сетей для обнаружения спама.*

***Ключевые слова:** спам, обнаружение, нейронная сеть.*

В настоящее время проблема генерации и отправки спама в различных отраслях человеческой деятельности приобретает все большие масштабы, особенно из-за роста передаваемого трафика в сети Интернет. В связи с этим актуальными задачами являются разработка и исследование методов и программных средств для оценки текстового контента электронных писем и обнаружения в нем спама.

При анализе сложившейся ситуации особую важность (с учетом перечисленных факторов) приобретают способы создания фильтров, препятствующих распространению нежелательной электронной корреспонденции. Одним из таких способов является автоматическая фильтрация на базе реализации и интеграции моделей машинного обучения (МО) в рамках прикладного программного обеспечения. Машинное обучение ориентировано на процессы построения и оценки

качества математических моделей, предназначенных для задач комплексного исследования данных различных типов и структур [1].

Цель работы – исследование возможностей использования методов МО, к которым относятся нейронные сети, для обнаружения текстового спама.

В настоящее время среди существующих языков программирования высокого уровня наиболее популярным и удобным для имплементации и решения задач в области МО является Python. Scikit-Learn и Keras – библиотеки для работы с нейронными сетями, позволяющие их построить и выводить результаты работы сетей в соответствии с выбранными метриками.

В качестве моделей МО, необходимых для исследования эффективности обнаружения спама в сообщениях, выбраны многослойный перцептрон (MLP), сверточная сеть (CNN) и рекуррентная нейронная сеть (RNN). Кроме того, были использованы открытые наборы данных для обучения и тестирования моделей [2].

При оценке качества работы нейронных сетей задействовали следующие метрики:

1. Confusion matrix (матрица неточностей / ошибок) – описывает качество классификации по таблице (рисунок).

		Prediction	
		Positive	Negative
Actual	Positive	TP	FN
	Negative	FP	TN

Описание матрицы неточностей:

TP – True Positive (нейросеть определила в качестве спама, сам объект является спамом);

FP – False Positive (нейросеть определила в качестве спама, но сам объект не является спамом);

FN – False Negative (нейросеть определила в качестве не-спама, но сам объект является спамом);

TN – True Negative (нейросеть определила в качестве не-спама, сам объект не является спамом)

2. Accuracy – отношение числа правильных ответов к общему размеру выборки.

3. Precision – рассчитывается как  $TP / (TP + FP)$ .

4. Recall – рассчитывается как  $TP / (TP + FN)$ .

5. MSE – среднеквадратичная ошибка.

6. MAE – средняя абсолютная ошибка.

Чтобы установить, какие нейросети лучше распознают спам, было создано шесть таблиц для различных размеров тестовой выборки, а также использовалось два набора данных.

Для тестирования всех сетей применялись следующие параметры: размер выборки – 400, число эпох обучения – 20, размер мини-пакета – 30, оптимизатор – Adam (табл. 1–6).

*Таблица 1*

Набор данных Euron1  
(размер тестовой выборки 10 %)

Метрика	MLP	RNN	CNN
Время (сек)	1,549	2,715	1,817
Accuracy	1,0	0,8	0,95
Precision	1,0	0,81	0,952
Recall	1,0	0,81	0,952
MSE	0,035	0,182	0,038
MAE	0,143	0,266	0,113

*Таблица 2*

Набор данных Euron1  
(размер тестовой выборки 25 %)

Метрика	MLP	RNN	CNN
Время (сек)	1,356	2,507	1,685
Accuracy	0,95	0,9	0,94
Precision	0,977	0,894	0,936
Recall	0,915	0,894	0,936
MSE	0,054	0,082	0,062
MAE	0,177	0,101	0,152

Таблица 3

Набор данных Euron1  
(размер тестовой выборки 50 %)

Метрика	MLP	RNN	CNN
Время (сек)	1,169	2,354	1,446
Accuracy	0,96	0,715	0,875
Precision	0,99	0,692	0,824
Recall	0,931	0,794	0,961
MSE	0,065	0,252	0,097
MAE	0,212	0,29	0,246

Таблица 4

Набор данных Euron2  
(размер тестовой выборки 10 %)

Метрика	MLP	RNN	CNN
Время (сек)	1,182	2,558	1,577
Accuracy	0,975	0,525	0,95
Precision	1,0	0,538	0,952
Recall	0,952	0,667	0,952
MSE	0,035	0,351	0,035
MAE	0,144	0,433	0,102

Таблица 5

Набор данных Euron2  
(размер тестовой выборки 25 %)

Метрика	MLP	RNN	CNN
Время (сек)	1,106	2,323	1,464
Accuracy	0,97	0,89	0,93
Precision	1,0	0,891	0,935
Recall	0,936	0,872	0,915
MSE	0,047	0,108	0,048
MAE	0,167	0,124	0,122

Таблица 6

Набор данных Euron2  
(размер тестовой выборки 50 %)

Метрика	MLP	RNN	CNN
Время (сек)	1,002	1,96	1,321
Accuracy	0,98	0,745	0,94
Precision	1,0	0,918	0,969
Recall	0,961	0,549	0,912
MSE	0,052	0,199	0,05
MAE	0,189	0,262	0,139

В результате выполненных исследований было установлено, что наибольшую точность при обнаружении спама удается достичь на базе применения модели многослойного персептрона. Актуальным направлением дальнейшего исследования являются оценка и анализ возможностей более широкого охвата текстов для их многофакторной классификации.

### **Библиографический список**

1. Семенова М.А., Семенов В.А. Метод автоматической фильтрации при борьбе со «спамом» // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2009. № 9. Т. 52. С. 32–34. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-avtomaticheskoy-filtratsii-pri-borbe-so-spamom> (дата обращения: 10.02.2023).
2. Enron-Spam dataset. URL: <https://www.kaggle.com/wanderfj/enron-spam> (дата обращения: 10.02.2023).

## **ANALYSIS OF THE STRUCTURES OF NEURAL NETWORKS FOR SPAM DETECTION**

**A.A. Chugunov**

***Abstract.** In the article, based on a database containing information about Cleveland patients, the results of applying the method of increasing the efficiency of Data Mining algorithms in their interaction are considered.*

***Keywords:** spam, detection, neural network.*

Об авторе:

Чугунов Алексей Александрович – магистрант, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: [alexey.chugunov@internet.ru](mailto:alexey.chugunov@internet.ru)

Научный руководитель – Мальков Александр Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры программного обеспечения, Тверской государственный технический университет, Тверь.

About the author:

Chugunov Alexey Alexandrovich – bachelor of the Department of Software, Tver State Technical University, Tver. E-mail: [alexey.chugunov@internet.ru](mailto:alexey.chugunov@internet.ru)

Research manager – Malkov Alexander Anatolievich, Ph.D., Associate Professor of the Department of Software, Tver State Technical University, Tver.

## РАССМОТРЕНИЕ МЕТОДА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ DATA MINING С ПОМОЩЬЮ ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

А.С. Шиманский

© Шиманский А.С., 2023

*Аннотация.* В статье на основе базы данных, содержащей информацию о пациентах Кливленда, рассмотрены результаты применения метода повышения эффективности алгоритмов Data Mining.

*Ключевые слова:* интеллектуальный анализ данных, кластеризация, классификация, ассоциативные правила.

Data Mining – процесс обнаружения в «сырых» данных ранее неизвестных, нетривиальных и полезных в практике знаний. На сегодняшний день это одна из самых значимых тем в сфере информационных технологий. Такое положение дел связано со стремительным ростом количества информации, требующей обработки. Тем не менее у задач Data Mining, которые будут рассматриваться в данной статье, имеется ряд проблем. Приведем некоторые из них:

1. Сложность выбора посылки для построения достоверных ассоциативных правил.

2. Получение практически неприменимых ассоциативных правил при построении.

3. Сложность при работе с кластерами, а также при их визуализации в пространстве с большим количеством измерений.

Гипотеза исследования [1] заключается в том, что метод последовательного применения алгоритмов позволит решить указанные проблемы и повысить эффективность. Предлагаемый метод взаимодействия алгоритмов Data Mining уже был подробно описан в статье [1]. В настоящей работе на основе базы данных, содержащей информацию о пациентах Кливленда, их симптомах и результатах анализов, будут рассмотрены итоги применения указанного метода.

Цель анализа базы данных состояла в том, чтобы определить наличие у пациента болезни сердца. За этот показатель отвечал атрибут, который в дальнейшем будет называться результирующим.

Набор данных имеет 76 атрибутов, включая возраст, пол, тип боли в груди, кровяное давление, холестерин, уровень сахара в крови, частоту

сердцебиения, результаты электрокардиографии, наличие стенокардии, количество крупных сосудов, окрашенных флюороскопией, и т.д.

Первоначально по исходным данным были построены деревья решений C4.5, а также получено множество их корней, каждый из которых является атрибутом с наименьшей энтропией. На этом этапе были получены корни, соответствующие атрибутам «уровень сахара в крови» и «стенокардия». Затем с помощью алгоритма AprioriScale [2] были получены ассоциативные правила. Их изначальное количество – 256. Руководствуясь указанной выше целью анализа, из полученных ассоциативных правил исключили те, чьи заключения не содержали целевого атрибута. В результате осталось 24 правила.

Следующий шаг заключался в фильтрации списка правил на основе построенных деревьев решений с целью исключить бесполезные правила и повысить общую достоверность. Были оставлены только те правила, с которыми можно было сопоставить ветвь дерева и в посылках которых присутствует 1 или более атрибутов из множества корней. После этого шага осталось 14 правил. Учитывая, что фильтрация происходила по атрибутам с наименьшей энтропией, можно утверждать, что общая достоверность полученных правил повысилась.

Из свойств оставшихся правил были получены атрибуты, к которым они принадлежат: результирующий атрибут, пол, уровень сахара в крови, стенокардия, депрессия ST-сегмента, наклон ST-сегмента, количество крупных сосудов, окрашенных флюороскопией, максимальная частота сердечных сокращений. Далее по ним будет производиться кластеризация. Таким образом, удалось сократить количество измерений данных перед кластеризацией с 76 до 8.

Завершающим этапом стало построение кластеров алгоритмом k-means++. Точки распределились в соответствии с вариантами значений результирующего атрибута. Это означает, что исключение атрибутов не повлияло на результат кластеризации.

В заключение стоит отметить, что результаты, полученные на основе базы данных в рамках этой статьи, соответствуют результатам исследования [1].

Гипотеза о том, что с помощью построения ассоциативных правил удастся сократить количество измерений данных перед кластеризацией, на указанном наборе данных подтвердилась. Удалось сократить количество измерений с 76 до 8 без ухудшений результатов кластеризации.

Гипотеза о том, что исключение ассоциативных правил в соответствии с корнями и отсеченными ветвями построенных деревьев решений повысит их достоверность, на представленном наборе данных подтвердилась. Количество правил удалось сократить с 24 до 14, при этом общая достоверность полученных правил повысилась.

### Библиографический список

1. Шиманский А.С. Исследование возможности повышения эффективности алгоритмов Data Mining с помощью их взаимодействия // Теоретические исследования и экспериментальные разработки студентов и аспирантов: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 2022 г., Тверь: в 2 ч. / под ред. Т.Б. Новиченковой. Тверь: ТвГТУ, 2022. Ч. 1. С. 148–152.
2. Биллиг В.А., Иванова О.В., Царегородцев Н.А. Построение ассоциативных правил в задаче медицинской диагностики // Программные продукты и системы. 2016. № 2. С. 146–157.
3. Анализ данных и процессов: учеб. пособие / А.А. Барсегян [и др.]. 3-е изд., перераб. и доп. СПб.: БХВ-Петербург, 2009. 512 с.
4. Дехтярь А.М., Дехтярь М.И. Алгоритмы извлечения знаний из данных: учебное пособие. Тверь: ТвГУ, 2012. 142 с.
5. Методы и модели анализа данных / А.А. Барсегян [и др.]. СПб.: БХВ-Петербург, 2004. 336 с.
6. Heart Disease Dataset. URL: <https://archive-beta.ics.uci.edu/dataset/45/heart+disease> (дата обращения: 12.02.2023).

### INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF DATA MINING ALGORITHMS THROUGH THEIR INTERACTION

A.S. Shimanskiy

***Abstract.** In the article, based on a database containing information about Cleveland patients, the results of the application of the method of improving the efficiency of Data Mining algorithms are considered.*

***Keywords:** data mining, clustering, classification, associative rules.*

Об авторе:

Шиманский Андрей Сергеевич – магистрант, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: andre69.rus@yandex.ru

Научный руководитель – Биллиг Владимир Арнольдович, профессор кафедры программного обеспечения, Тверской государственный технический университет, Тверь.

About the author:

Shimanskiy Andrey Sergeevich – undergraduate of the Department of Software, Tver State Technical University, Tver. E-mail: andre69.rus@yandex.ru

Research manager – Billig Vladimir Arnoldovich, Professor of the Department of Software, Tver State Technical University, Tver.

## 6. СОЦИОГУМАНИТАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 336.221

### ПРОБЛЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ НАЛОГОВОЙ СИСТЕМЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В.В. Карцева, Ю.Р. Гашунина

© Карцева В.В., Гашунина Ю.Р., 2023

*Аннотация.* В статье изучено и проанализировано понятие налоговой системы в России. Рассмотрены мнения разных ученых по поводу обоснования дефиниции налоговой системы, выделены ее основные принципы. Определены виды и элементы налоговой системы. Представлен ряд проблем и предложены пути совершенствования.

*Ключевые слова:* налоговая система, налоги и сборы, налоговая ставка, особенности, перспективы развития.

Налоги занимают одно из важнейших мест в становлении и развитии российской экономики. При этом в настоящее время имеются сдерживающие факторы в налоговой системе России, которые не дают наращивать темпы.

В качестве научного термина налоговая система еще не до конца сформировалась, нет четко обоснованного и официально закрепленного понятия. Если мы будем говорить о литературной дефиниции данного словосочетания, то можно выявить различные точки зрения. По мнению Ю.А. Крохина: «налоговая система представляет собой совокупность законно установленных сборов и налогов, которые взимаются в стране, а также методов и форм ее построения» [1].

А.С. Буров, Е.Г. Васильева, Е.С. Губенко утверждают: «Налоговую систему нужно отличать от системы налогов и сборов (они соотносятся как общее и частное). Понятие "налоговая система" значительно шире термина "система налогов и сборов"» [2]. Совершенно противоположное мнение у М.О. Клейменовой. Она считает, что «налоговая система (система налогов и сборов) представляет собой совокупность сборов и налогов, которые взимаются в установленном порядке. Понятия "система налогов и сборов" и "налоговая система" идентичны» [3].

Известны четыре основных (главенствующих) принципа для построения налоговой системы, выделенных еще А. Смитом:

1) налоги выплачиваются по силам и способностям;

2) размер и сроки уплаты налогов должны быть точно определены еще до начала налогового периода;

3) время взимания налогов должно быть удобным для налогоплательщика;

4) налоги должны быть задуманы и разработаны так, чтобы они брали из «кармана народа» как можно меньше сверх того, что он приносит казначейству страны.

Указанные принципы составляют «идеал» налоговой системы. При этом, как мы понимаем, ничто не идеально, налоговая система не является исключением.

Какие же в РФ существуют особенности, связанные с уплатой налогов? Физические и юридические лица обязаны уплачивать в бюджет страны налоги, предусмотренные законодательством. Самый главный нормативно-правовой акт, регулирующий налоги в России, – Налоговый кодекс Российской Федерации (НК РФ) [4]. В первую очередь следует говорить о принципе справедливости. Второй принцип – налоги не носят дискриминационный характер, т.е. исходят не из различий (политических, расовых, религиозных и иных). Третьим принципом обозначено, что налоги и сборы должны быть экономически обоснованы. Еще одним принципом выступает единое экономическое пространство страны. Кроме того, на налогоплательщика не могут быть возложены налоги, не предусмотренные НК РФ. Еще один очень важный принцип – все неустранимые сомнения, противоречия и неясности законодательства толкуются в пользу налогоплательщика. Таким образом, налоговая система в Российской Федерации построена на ряде принципов: всеобщности и равенства налогообложения, экономии, справедливости и т.д.

Теперь необходимо установить элементы налоговой системы России:

1) налоги и сборы РФ как совокупность обязательных платежей, которые взимаются в бюджеты разных уровней;

2) система участников налоговых отношений: налогоплательщиков и их представителей, а также налоговых органов;

3) система налогообложения: порядок установления, а также введения, изменения, отмены налогов (сборов); порядок их распределения;

4) методы и формы налогового контроля; ответственность участников налоговых отношений, защита прав плательщиков налогов и интересов страны.

В РФ в настоящее время существуют следующие виды налоговых систем:

1) упрощенная система налогообложения;

2) основная (общая) система налогообложения;

3) налог на профессиональный доход;

4) единый сельхозналог;

5) патентная система налогообложения (патент);

б) автоматическая система налогообложения.

В конечном счете налоговая система обладает главными признаками системности и целым рядом особенностей функционирования. Налоговая система не способна эффективно функционировать без установленных принципов ее построения.

Тем не менее в налоговой системе, как и в любой организованной структуре, существуют определенные недостатки. Об этом говорят многие экономисты. М.Ш. Баснукаев считает, что «основными недостатками налоговой системы нашей страны являются крайняя нестабильность налогового законодательства, неурегулированность отдельных положений НК РФ и противоречивость информационного пространства» [5]. Вместе с тем внесенные в НК РФ поправки не только усложнили применение законодательства, но и ухудшили мировой рейтинг отечественной налоговой системы. Основы отечественной налоговой системы были взяты из западных систем (в первую очередь из немецкой), при этом она подверглась корректировке с учетом российской специфики.

Среди недостатков, на устранение которых должно быть направлено дальнейшее совершенствование налоговой системы, необходимо выделить следующие:

1) за федеральным бюджетом закрепились наиболее весомые эффективные налоги, в связи с чем в федеральном бюджете преобладают налоговые платежи, а в бюджетах субъектов РФ (особенно в местных бюджетах) – безвозмездные поступления;

2) в доходах местных бюджетов нет налогов, исчисляемых с выручки (НДС, налог на прибыль), нет стимула к развитию собственной производственной и, соответственно, налоговой базы.

Главной проблемой в сфере местных бюджетов сегодня является низкий уровень налоговых доходов в местных бюджетах. Основным источником муниципальных финансов остаются межбюджетные трансферты: добавленная стоимость создается повсеместно, а полностью поступает в федеральный бюджет.

С другой стороны, недостатки налоговой системы России связаны не с тем, что ее основы были заложены в короткие сроки, а с тем, что в нашей стране нет принятой долгосрочной концепции развития налоговой системы. Именно она призвана обеспечить приток инвестиций, способствовать экономическому росту, гармонизации взаимоотношений государства и налогоплательщиков, выравниванию налогового бремени по отдельным экономическим регионам и социальным группам.

Тем не менее основной недостаток налоговой системы РФ заключается в том, что она не обеспечивает достаточный для бюджета уровень сбора налогов. Есть и другие недостатки:

а) налоговой системе РФ присущ преимущественно фискальный характер, что ослабляет действие стимулирующей и регулирующей функций налогообложения;

б) в России неоптимальная шкала ставок НДФЛ, т.е. разрыв между группами лиц с наименьшими и наивысшими доходами, составляет 1 : 25, а в ставках налогообложения – всего лишь 1 : 3 (ставка НДФЛ – 13 %, по выигрышам – 35 %).

Из-за отсутствия оптимальной шкалы налогообложения нагрузка ложится на малообеспеченные слои населения, а введение прогрессивной шкалы НДФЛ не предусматривается. В нашей стране недостаточно эффективный контроль за сбором налогов, что выражается в сокрытии доходов (т.е. большой доли «теневого» экономики), вследствие чего, по различным оценкам, бюджет недополучает от 30 до 50 % налогов. Особенно большое значение приобретает борьба за неучтенный (в целях налогообложения) наличный денежный оборот, доля которого, по разным оценкам, достигает 40 % денежного оборота страны.

Таким образом, в современной налоговой системе Российской Федерации есть множество проблем и недостатков. В связи с этим необходимо рассмотреть перспективы отечественной налоговой системы и разработать мероприятия по ее совершенствованию.

Существующая налоговая система Российской Федерации, несмотря на все проведенные изменения, требует серьезного реформирования, так как не выполняет все возложенные функции. С одной стороны, налоговая система России должна обеспечивать достаточный для бюджета уровень сбора налогов, с другой – способствовать росту экономики страны. Российская налоговая система переживает застой, который является важнейшим фактором затянувшейся экономической и социальной стагнации в масштабах всей страны.

Перед государством всегда стоит противоречивая задача: с одной стороны, необходимо значительно увеличить поступление налогов в бюджеты всех уровней; с другой – резко снизить налоговое бремя. В перспективе способствовать решению этой задачи могли бы два огромных резерва, которые пока не используются: налоговые льготы и ликвидация возможности теневой экономики.

В целях совершенствования налоговой системы авторы считают возможным внести в налоговое законодательство некоторые изменения:

1) 85 % НДФЛ поступает в региональный бюджет и лишь 15 % – в местный. Этот налог должен поступать в местный бюджет по месту жительства и работы налогоплательщика – физического лица;

2) необходимо постоянно проводить мероприятия в области налогового администрирования, что обеспечит более высокий

уровень исполнения бюджетных показателей федеральных налогов и сборов;

3) следует повысить налоговые доходы от федеральных налогов и сборов при использовании таких инструментов, как способы расчета налоговой базы, определение продолжительности налогового периода, налоговая ставка и налоговые льготы.

Одно повышение налоговых ставок может кардинально решить проблему. Это будет благоприятно для государства: чем выше ставка, тем больший объем поступает от налога в казну. С другой стороны, разумно учитывать интересы налогоплательщика, у которого налоговая нагрузка и без того ощутима. Таким образом, к данному вопросу следует подходить осмотрительно и рационально.

### **Библиографический список**

1. Крохина Ю.А. Налоговое право: учебник для бакалавров. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2018. 495 с.

2. Налоговое право: учебник для бакалавров / А.С. Бурова [и др.]; под ред. И.А. Цинделиани. 2-е изд. М.: Проспект, 2016. 528 с.

3. Клейменова М.О. Налоговое право. М.: Синергия, 2013. 366 с.

4. Налоговый кодекс Российской Федерации: Федер. закон от 31.07.1998 № 146-ФЗ // КонсультантПлюс: справочно-правовая система. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19671/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19671/) (дата обращения: 10.03.2023).

5. Баснукаев М.Ш. Налоговая система РФ: актуальные проблемы и пути совершенствования современной налоговой системы // Научные Известия. 2017. № 6. С. 41–45.

## **PROBLEMS AND FEATURES OF THE TAX SYSTEM OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**V.V. Kartseva, Y.R. Gashunina**

***Abstract.** The article examines and analyzes the concept of the tax system in Russia. The opinions of various scientists on the justification of the definition of the tax system are considered, its principles in the Russian Federation are highlighted. The types and elements of the tax system are defined. A number of problems are presented and ways of improvement are proposed.*

***Keywords:** tax system, taxes and fees, tax rate, features, development prospects.*

Об авторах:

Карцева Вера Викторовна – кандидат экономических наук, доцент кафедры геодезии и кадастра, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: vera.v.kartseva@gmail.com

Гашунина Юлия Романовна – магистрант, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: uliagashunina@gmail.com

About the authors:

Kartseva Vera Viktorovna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Geodesy and Cadastre, Tver State Technical University, Tver. E-mail: vera.v.kartseva@gmail.com

Gashunina Yulia Romanovna – Master's student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: uliagashunina@gmail.com

УДК 336.228

## НАЛОГИ КАК СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

**В.В. Карцева, М.А. Кербунова**

© Карцева В.В., Кербунова М.А., 2023

*Аннотация.* В статье исследовано влияние налоговой системы на прогрессивное развитие экономики страны. Перечислены функции налоговой системы. Показаны уровни влияния государства на приоритетные отрасли экономики. Рассмотрены налоговые льготы и санкции в научно-технической отрасли.

*Ключевые слова:* налоги, контроль, регулирование, планирование, государство, разработки, научно-техническое развитие, льготы, санкции.

Налоговую систему многие считают одним из наиболее результативных и успешных методов государственного стимулирования к осуществлению научных исследований. М.В. Каширина и Г.И. Заболотни констатируют: «Налоговую систему можно назвать одной из наиболее используемых и признаваемых в мире систем управления экономическими и техническими процессами, оказывающими влияние на всех без исключения участников экономических процессов» [1].

Используя налоговую систему, государство может влиять на научно-технический прогресс. Оно осуществляет налоговое регулирование на разных уровнях.

Первый (верхний) уровень – регулирование сравнительное. Это регулирование разницы налогов в научно-технической отрасли и других схожих отраслях. Можно проследить данный процесс и на других примерах: регулирование курса валют, введение ставок на разные виды кредитов с учетом соотношения инфляции и ставок и др.

Исторически сложилось, что к поддержке государством научных исследований через предоставление налоговых льгот начали прибегать сравнительно недавно. В Японии в 1966 году стали вводить данное правило впервые. Уже в 1980-е годы большинство стран начали включать подобный механизм для повышения интереса к науке и активизации научных исследований. Налоговый механизм данной политики реализуется через планирование, регулирование и контроль.

Общие задачи развития налогового регулирования в экономике:

- 1) создать общий налоговый климат для внутренней и внешней деятельности организаций;
- 2) обеспечить преференциальные налоговые условия для стимулирования приоритетных отраслевых и региональных направлений движения капитала.

Регулирование может осуществляться разными способами и методами (льготы, кредиты, трансферты и т.д.), которые постоянно меняются и развиваются. Влияние регулятора усиливается при предоставлении налоговых льгот:

- 1) полном или частичном освобождении прибыли, дохода или другого объекта от налогообложения;
- 2) применении уменьшенной налоговой ставки;
- 3) отсрочке или рассрочке налоговых платежей.

Следует также упомянуть налоговые санкции. С одной стороны, с помощью них выполняются обязательства, с другой – у граждан появляется намерение использовать верную форму хозяйствования [2].

Налоговый кодекс Российской Федерации – основная нормативно-правовая база для урегулирования налоговых правоотношений. Если государственное финансирование научных исследований непосредственно влияет на направления вложения средств, то налоговые мероприятия косвенно стимулируют использование предпринимательского дохода в этих же целях [3]. Налоговые инструменты регулирования наиболее желательны для научных предприятий, они создают благоприятные условия для экономического роста без прямого вмешательства государства. Налоговые льготы способствуют увеличению массы прибыли, остающейся в распоряжении предприятия, что позволяет обеспечить разработку и внедрение новой техники. При этом чем меньше развита промышленность в научно-техническом отношении, тем шире должна быть система налоговых льгот для средств, вкладываемых в развитие.

Одна из основных функций налоговой системы – стимулирование научно-технического развития. Реализуется подобная функция двумя способами.

Первый способ – введение специального налога, перечисляемого в государственный фонд научно-технического развития. В этом случае в качестве базы расчета используют добавленную стоимость, заработную плату или прибыль. Вторым способом реализации функции управления через налоги является введение системы льгот. В налоговых системах различных стран имеется около 100 видов льгот, ориентированных на стимулирование деятельности в сфере научно-технического развития.

Инвестирование капитала в мероприятия, способствующие научно-техническому развитию, сопровождается более длительным сроком окупаемости в сравнении с предоставлением краткосрочных займов. При сокращении данных инвестиций экономика испытывает кризис, резко сокращаются поступления в бюджет страны. Предоставляя налоговые льготы в настоящее время, государство предполагает получить больший доход в будущем.

Вложение частного капитала в научно-техническое развитие позволяет государству сократить бюджетное финансирование. Например, если человек оплачивает свое обучение при подготовке на должность инженера, то, следовательно, обществу не потребуется тратить средства на данного работника, поэтому оно, сознавая выгоду, готово предоставить работнику возмещение затрат через налоговые льготы.

Структура налоговой системы тоже оказывается регулятором между потреблением и сбережением. В налоговой системе основными налогами считаются налоги на прибыль и добавленную стоимость потребительских товаров. Первый налог способствует сдерживанию инвестиций в расширенное воспроизводство, второй – в потребление. Например, если убрать налог на прибыль и повысить налог на добавленную стоимость, то предприятие будет стремиться к тому, чтобы направить свои доходы не на потребление, а на развитие.

Второй (нижний) уровень регулирования – это отдельные налоговые льготы внутри сектора научно-технического развития.

Весь комплекс налоговых льгот в сфере научно-технического развития можно разделить на четыре классификационные группы:

1) льготы специальным предприятиям, работающим в области научно-технического развития (учреждениям Академии наук, льготы государственным научным центрам, вузам, научно-исследовательским институтам). Эти организации освобождаются от уплаты налога на земельную собственность, имущество, добавленную стоимость, импортное оборудование;

2) льготы предприятиям за разовые мероприятия в области научно-технического прогресса. Вторую группу налоговых льгот определяют исключение из налогооблагаемой прибыли суммы, направленной на НИР, развитие, реконструкцию; включение в себестоимость расходов на НИОКР; снижение обязательных резервов банку, направляющему средства в долгосрочные инвестиции; введение «налоговых каникул»; использование системы ускоренной амортизации; включение в себестоимость расходов на обучение персонала;

3) льготы частным лицам, работающим в области научно-технического развития. В третьей группе налоговых льгот предусматриваются доплаты работающим в научных организациях, доплаты за ученые степени и звания, научные стипендии, предоставление грантов;

4) льготы частным лицам за разовые мероприятия в области научно-технического прогресса. Четвертая группа включает освобождение от подоходного налога сумм, направленных на обучение, научную литературу; освобождение от подоходного налога сумм, вкладываемых в долгосрочное инвестирование; освобождение от подоходного налога дивидендов по инновационным проектам, изобретениям.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что налоги являются важным инструментом регулирования в государственной политике по развитию научно-технической отрасли и обеспечивают функционирование и перспективное развитие всей социально-экономической системы государства. Таким образом, правильно сформированная налоговая политика и достаточно отлаженный налоговый механизм, учитывающий развитие перспективных направлений экономики страны, – это необходимое условие эффективного налогообложения. Кроме того, между направлениями оптимизации налогообложения и результатами финансово-хозяйственной деятельности организации существует тесная взаимосвязь. Данный факт необходимо учитывать при принятии обоснованных управленческих решений.

### **Библиографический список**

1. Заболотни Г.И., Каширина М.В. Роль и значение налоговой системы как регулятора рыночной экономики // Балканское научное обозрение. 2019. № 2 (4). С. 114–117.

2. Понкратова А.П., Цыганкова В.Н. Анализ финансовых результатов деятельности организации // Современные научные исследования и инновации. 2019. № 5. С. 32–38.

3. Митрофанова И.А., Тлисов А.Б., Яценко Г.А. Оптимизация налогообложения как инструмент планирования финансовых результатов деятельности организации // Международный бухгалтерский учет. 2014. № 28 (322). С. 34–43.

4. Влияние налогообложения на результаты деятельности хозяйствующего субъекта и его оптимизация. URL: <https://1economic.ru/lib/112462> (дата обращения: 24.02.2023).

## **TAXES AS A WAY OF REGULATION OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL DEVELOPMENT**

**V.V. Kartseva, M.A. Kerbunova**

***Abstract.** The article examines the impact of the tax system on the progressive development of the country's economy. The functions of the tax system are listed. The levels of state influence on priority sectors of the economy are given. Tax benefits and sanctions in the scientific and technical industry are considered.*

***Keywords:** taxes, control, regulation, planning, state, developments, scientific and technological development, benefits, sanctions.*

Об авторах:

Карцева Вера Викторовна – кандидат экономических наук, доцент кафедры геодезии и кадастра, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: vera.v.kartseva@gmail.com

Кербунова Марина Андреевна – магистрант, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: marina.kerbunova-98@yandex.ru

About the authors:

Kartseva Vera Viktorovna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Geodesy and Cadastre, Tver State Technical University, Tver. E-mail: vera.v.kartseva@gmail.com

Kerbunova Marina Andreevna – Master's student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: marina.kerbunova-98@yandex.ru

## ЭВОЛЮЦИЯ ПРОСТРАНСТВА ШКОЛ В КОНТЕКСТЕ ПЛАНИРОВОЧНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К НИМ

М.Ф. Котикова, Д.А. Ханыгин, Е.А. Смирнова, Д.С. Шишаев

© Котикова М.Ф., Ханыгин Д.А.,  
Смирнова Е.А., Шишаев Д.С., 2023

*Аннотация.* В статье исследованы способы расширения учебного пространства школы, которые доставят меньше всего неудобства всем участникам учебного процесса. Приведены мнения школьников и учителей о том, какой они видят современную школу. Рассмотрены изменения планировок школ за многие годы и предложены варианты создания дополнительного пространства под нужды учебных заведений.

*Ключевые слова:* общеобразовательные школы, образование, реорганизация, блок-пристройка, планировка школьного здания.

Школьное образование сегодня необходимо каждому ребенку, живущему не только в больших городах и городах поменьше, но и в сельской местности. Если в сельских школах могут обучаться ребята из нескольких близлежащих поселений в связи с низкой плотностью населения и малым количеством детей, то для городов характерны школы, принадлежащие к определенным районам и охватывающие население именно их территорий.

Из-за роста числа населения происходит уплотнение микрорайонов. Школы при этом имеют достаточно сильную нагрузку ввиду большого количества учеников. Возникает логичный вопрос: как исправить эту ситуацию?

Применительно к школам используются такие методы обновления, как реконструкция, модернизация и капитальный ремонт. Принципиальное различие их заключается в том, что модернизация подразумевает переосмысление происходящих в здании процессов и соответствие новым тенденциям в разных областях (технологических, функциональных). На основе физического (непригодности эксплуатации) и морального (несоответствия современным требованиям, морального устаревания) состояния здания может быть применен тот или иной способ его преобразования [1].

Все указанные методы будут активно применяться благодаря программе «Модернизация школьных систем образования» [2]. Она включает не только капитальный ремонт и обновление школьной инфраструктуры, но и подготовку и повышение квалификации учителей по

всей стране. Итогом станет создание комфортной, безопасной и современной образовательной среды, которая вдохновляет, мотивирует детей учиться, творить и развивать таланты. Данная программа имеет сроки реализации 2022–2026 годы. При этом реконструкция общеобразовательного учреждения все же является довольно индивидуальным процессом, так как разные школы имеют разные проблемы. Такому подходу нельзя присвоить статус «универсальный» и применить его к какому-либо другому зданию.

Конечно, действенным решением по устранению проблем старых школ является полный снос и строительство новой школы со всем необходимым перечнем помещений, соблюдением всех норм и требований и удовлетворением современных потребностей школьников. Однако такая мера чрезмерна и применима только к действительно не подлежащим больше эксплуатации аварийным зданиям школ, поскольку снос и строительство новой школы понесут за собой простой обучения на неопределенное время, что отрицательно повлияет на всех участников учебного процесса.

Следующим решением можно назвать увеличение количества новых школ в городе. Безусловно, каждый год реестр школ пополняется новыми единицами, но, как правило, школы строятся при новых же микрорайонах. Они рассчитаны в большей степени именно на жителей близлежащих районов и микрорайона в целом. Однако также имеются и давно устоявшиеся районы, застройка которых со временем уплотнилась. Такие части города просто не позволяют создать территорию новой школы ввиду слишком густой застройки, но даже в этих районах может продолжаться строительство жилых домов, что неизбежно приведет к потребности в появлении новых мест для учебы.

Если нельзя увеличить количество школ, можно прибегнуть к расширению уже существующих. К таким методам следует отнести надстройку этажей и присоединение новых площадей непосредственно к школе. Первый метод ограничен в связи с требованием к количеству этажей в здании школы – до 4, причем последний этаж может использоваться только для занятий обучающихся 7–11 классов, а также под административные помещения. Кроме того, данный метод ограничен конструктивно из-за дополнительных нагрузок на существующий каркас здания, что может привести в том числе к обрушению [3]. Второй метод имеет свои плюсы, поскольку предполагается неразрывная связь со школой, но его главный минус в том, что стоящая слишком близко пристройка может привести к недопустимым просадкам фундамента, а также к его повреждению из-за возможных вибраций, возникающих еще в процессе строительства.

Следующий метод – блок-пристройка к школе, имеющая связующее звено в виде наземного или надземного перехода. Такой метод применим к большинству школ, так как в основном их территории удовлетворяют количеству площади на одного учащегося, а некоторые даже превышают стандартный показатель.

Следует отметить и типовые школьные пристройки. В 1980-х годах начали активно проектироваться как типовые общеобразовательные школы с разной вместимостью, так и первые блок-пристройки, позволяющие в довольно короткие сроки существенно увеличить площадь реконструируемой школы. Все они включены в перечень типовых проектов для объектов просвещения, изданный Министерством просвещения СССР. Такие пристройки имели вариативный характер, позволяли увеличивать пространство для обучения на различное количество мест и в соответствии с разными целями деятельности школьников. Это учебные блоки, универсальные, блоки-мастерские, блок актового зала, спортивного зала, блок-столовые и т.д. В среднем площадь таких блоков составляла 80 м<sup>2</sup> [4].

В настоящее время тоже имеется множество новых проектов блок-пристроек для школ. Так, например, в 2004 году были выпущены Рекомендации по проектированию нового поколения блоков-пристроек к существующим зданиям общеобразовательных школ [2]. В данных рекомендациях приведены примеры пристроек на 8 классов (200 уч.), 12 классов (300 уч.) с различными поэтажными вариациями и предлагаемым набором помещений.

Что же нужно разметить в такой пристройке? Рассмотрим этот вопрос с самого начала.

Обучение учеников неотрывно связано со средой, где оно проходит. Окружающее пространство должно не давить на детей, а побуждать к получению новых знаний и развитию творческих начинаний. Дети должны хотеть вернуться в школу. То же самое касается и школьных пристроек. Рассмотрим потребности школьников применительно к обычным школам и используем полученные результаты для планирования пристройки.

Школа дает начальное представление о мире и является первой ступенью к взрослой жизни. Дети проводят много времени в школе, приходя туда не только на основные уроки, но и на внеклассные занятия: в группы продленного дня, в кружки по интересам, в спортивные секции и т.д. Школа становится для ребят вторым домом на продолжительное время обучения. Очень важно не только создать благоприятную среду посредством проработки учебного процесса в лучшую сторону, что тоже играет важную роль, но и придать окружающей школьников обстановке необходимую притягательность, чтобы у них был необходимый простор для творчества и досуга.

В своей статье А.В. Кусаева акцентирует внимание на том, что архитектура школы является средством создания необходимой среды [5]. Автор рисует образ современной школы, оперируя словами самих школьников. На основе их утверждений она делает вывод, что главное в школе – красота и комфорт пространства, его технологичность и оснащенность, мобильность и изменяемость под определенные нужды. Детям не хватает больших свободных пространств как для игр, так и для творчества.

В статье [6] представлены результаты опроса всех сторон обучения: школьников, их родителей и учителей. Они тоже говорили о потребности в красивых архитектурных решениях, изменениях и просторе, а также о потребности в зонах хранения (по примеру американских школ, где есть специальные шкафчики), в обустройстве пришкольной территории для комфортных игр на свежем воздухе и в мягкой мебели в тех же рекреациях или столовых. Учителя хотят больше пространства для себя, т.е. им нужны специальные зоны отдыха, зоны приема пищи, санитарные узлы и раздевалки.

Все приведенные потребности так или иначе связаны с планировкой самого пространства. Оптимальное совмещение групп школьных помещений и правильное устройство каждого этажа играют немаловажную роль при разработке плана создания как школьного здания, так и здания пристройки.

Удобная планировка школьного здания не сформировалась за один год, а прошла долгий путь с начала строительства школ. Безусловно, планировки даже самых первых школ были проработаны опытными проектировщиками и имеют удобную для того времени структуру, однако все старые здания в той или иной степени уже не отвечают стандартам и требованиям, которые приняты в наше время.

Эволюцию планировок школьных зданий проследил автор статьи [7]. Он разделил школы по времени: 1) «школа-завод», которая была нацелена на подготовку к труду: «равномерное, если не сказать "скучное", распределение по фасаду одинаковых окон, единый вход-портал, одинаковый размер классных комнат, прямые пустые коридоры, неизменность плана всех этажей, монотонные цветовые решения» [7]; 2) «школа-город»: «прозрачна, зонирована, окрашена, в отличие от достаточно монотонных решений старой школы» [7]; 3) «школа-парк», которая имеет концепцию распоряжения собственной жизнью. Пространство последних школ проектируется самими школьниками и подстраивается под их потребности и нужды в определенный момент [7].

Действительно, ключевым моментом в развитии школьника выступает творчество. Чтобы можно было развивать творческие начинания ребенка, необходимо создать правильное пространство со всем

необходимым для проведения как основных школьных уроков, так и досуговых кружков по интересам.

Если разделить интересные сферы деятельности для ребенка, которые требуют определенного оборудованного пространства, то можно собрать несколько групп помещений:

залы хореографии;

спортивные залы;

для занятий художественным творчеством (мастерские живописи, скульптуры, классы для преподавания истории искусств, галереи для выставок);

занятий естественными науками (лаборатории по ботанике, растениеводству, биологии);

занятий информационно-технологического профиля (кабинеты информатики, астрономии, физико-технические, химико-технические);

технического творчества (классы моделирования, деревообработки, радиоконструирования, робототехники, кинофото-студии).

На основе вышеприведенного можно выделить вспомогательные помещения, необходимые для функционирования основной группы, – санитарные узлы, подсобные помещения, раздевалки, учительские, гардероб и столовую со всеми необходимыми для ее функционирования помещениями.

Тем не менее может возникнуть вопрос: что делать, если для того или иного школьного здания могут требоваться в дополнение совершенно разные группы помещений, зависящие от того, уклон в какую область – научную, спортивную или художественную – более предпочтителен для отдельно взятого микрорайона?

Хорошим решением указанной проблемы является применение блок-пристройки, внутреннее пространство которой спланировано под требования конкретной школы. Такой цели легче всего достичь, используя для сбора здания ряд возможных вариантов этажей с разным функциональным наполнением, будь то этаж со спортивным залом и всем вспомогательным перечнем помещений (раздельными раздевалками, санитарными узлами, тренерскими и подсобными помещениями) или этаж, отданный под несколько художественных мастерских. При этом каждый возможный вариант этажа ограничен и привязан к единой конструктивной сетке осей колонн и к расположению ядра жесткости – лестничной клетке. Каждое общеобразовательное учреждение, определив необходимую этажность и требуемый состав дополнительных помещений, сможет создать для себя пристройку, отвечающую потребностям и нуждам современной школы. Проект такой блок-пристройки позволит улучшить качество пространства для обучения школьников и расширить возможности учеников при проведении дополнительных занятий и кружков, а также добавить новые оборудованные помещения для

комфортного обучения, создать внешнюю интеграцию нового здания в сложившуюся застройку.

### **Библиографический список**

1. Бурцева Е.Н. Актуальность архитектурной модернизации школьных зданий // Меридиан. 2020. № 14 (48). С. 9–11.
2. Скобелева Т.С., Бурмистрова С.А. Рекомендации по проектированию нового поколения блоков-пристроек к существующим зданиям общеобразовательных школ. 2004. URL: [https:// files.stroyinf.ru /Data1/43/43609/](https://files.stroyinf.ru/Data1/43/43609/) (дата обращения: 09.02.2023).
3. СП 118.13330.2012. Общественные здания и сооружения. М.: Минрегион России, 2021. 76 с.
4. Ахмедов А.З. Модернизация школьных зданий на основе блок-пристроек // АМІТ. 2017. № 2 (39). С. 137–146. URL: [https:// cyberleninka. ru/article/n/modernizatsiya-shkolnyh-zdaniy-na-osnove-blok-pristroek/viewer](https://cyberleninka.ru/article/n/modernizatsiya-shkolnyh-zdaniy-na-osnove-blok-pristroek/viewer) (дата обращения: 12.02.2023).
5. Куваева Я.В. Архитектура школы будущего: среда обучения // Народное образование. 2011. № 9. С. 41–46.
6. Салтанова С.В. Как выглядит идеальная школа: современные дизайнерские решения сделают школьное пространство комфортным и повысят успеваемость учеников. 2017. URL: <https://iq.hse.ru/news/201789878.html> (дата обращения: 12.02.2023).
7. Матвеев О. Как архитектура влияет на образование. Чему учат школа-завод, школа-город и школа-парк. 2015. URL: <https://moslenta.ru/edu/schkoly.htm> (дата обращения: 12.02.2023).

## **EVOLUTION OF SPACE OF SCHOOLS IN THE CONTEXT OF PLANNING REQUIREMENTS FOR THEM**

**M.F. Kotikova, D.A. Khanygin, E.A. Smirnova, D.S. Shishaev**

***Abstract.** This article discusses ways to expand the educational space of the school, which will cause the least inconvenience to all participants in the educational process, the thoughts of schoolchildren and teachers about how they see a modern school are given. Changes in school layouts over the years were traced, and options were proposed for creating additional space for the needs of educational institutions.*

***Keywords:** comprehensive schools, education, reorganization, block reference, layout of the school building.*

Об авторах:

Котикова Мария Федоровна – магистрант, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: m.kotikova77@gmail.com

Ханыгин Дмитрий Александрович – доцент кафедры конструкций и сооружений, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: mityay1980@yandex.ru

Смирнова Екатерина Андреевна – магистрант, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: katerina.sm.1@mail.ru

Шишаев Денис Сергеевич – магистрант, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: shishaevden69@gmail.com

About the authors:

Kotikova Maria Fedorovna – Master's student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: m.kotikova77@gmail.com

Khanygin Dmitry Alexandrovich – Associate Professor of the Department of Construction and Structures, Tver State Technical University, Tver, E-mail: mityay1980@yandex.ru

Smirnova Ekaterina Andreevna – Master's student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: katerina.sm.1@mail.ru

Shishaev Denis Sergeevich – Master's student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: shishaevden69@gmail.com

**Теоретические исследования  
и экспериментальные разработки  
студентов и аспирантов**

**Часть 2**

*Материалы Всероссийской (национальной)  
научно-практической конференции  
2023 г., Тверь*

Редактор С.В. Борисов  
Корректор Ю.Ф. Воробьева

---

Подписано в печать 31.07.2023

Формат 60x84/16

Физ. печ. л. 9,75

Тираж 50 экз.

Усл. печ. л. 9,07

Заказ № 42

Бумага писчая

Уч.-изд. л. 8,48

С – 42

---

Редакционно-издательский центр  
Тверского государственного технического университета  
170026, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22