

**ЭКОНОМИКА
СТРОИТЕЛЬСТВА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

**CONSTRUCTION ECONOMIC
AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT**

№ 3 (92) – 2024

Основан в 1999 году.
Выходит 4 раза в год (ежеквартально)

Учредитель:
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Крымский федеральный университет
имени В.И. Вернадского»
(КФУ им. В.И. Вернадского), 295007, Республика Крым,
г. Симферополь, проспект Академика Вернадского, 4

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и
массовым коммуникациям (Роскомнадзор).
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-63936 от 09 декабря 2015 г.

Включен в утвержденный ВАК Министерства науки и высшего образования Российской
Федерации Перечень рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть
опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и
доктора наук

Индексируется в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ)

Главный редактор

Ветрова Н.М., д.т.н., к.э.н. проф. (Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь)

Редакционная коллегия:

Бойченко О.В., (ответственный секретарь) д.т.н., проф. (Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь).

Бакаева Н.В., д.т.н., проф. советник РААСН, (Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва);

Кирильчук С.П., д.э.н., проф. (Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь);

Любомирский Н.В., советник РААСН, д.т.н. проф. (Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь)

Николенко И.В., д.т.н., проф., (Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь);

Овсянникова Т.Ю., д.э.н., проф. (ТГАСУ, Томск)

Пашенцев А.И., д.э.н., к.т.н., проф. (Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь);

Сиразетдинов Р.М., д.э.н., проф. (Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Казань);

Цопа Н.В., советник РААСН, д.э.н., проф. (Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь);

Шаленный В.Т., д.т.н., проф. (Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь);

Швец И.Ю., д.э.н., проф. (Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва);

Щербаков В.И., д.т.н., проф., (Воронежский государственный технический университет, Воронеж);

Ярош О.Б., д.э.н., доц., (Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь);

Меннанов Э.Э., (технический секретарь) к.т.н., ассистент (Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь)

ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

№ 3 (92) – 2024

Печатается по решению научно-технического совета ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» (протокол № 12 от 20.12.2024)

Корректор А.А. Голышев
Верстка А.А. Голышев

Издатель: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»

Редакция Института "Академия строительства и архитектуры" ФГАОУ ВО "КФУ им. В.И. Вернадского"

Адрес издателя, редакции: 295007, Республика Крым, г. Симферополь, пр-т Академика Вернадского, д. 4.

Подписан в печать 03.02.2025.

Формат 70 x 100 1/16.

Бумага офсетная. Печать трафаретная.
Гарнитура Times New Roman. Усл.-печ. л. 7,15
Тираж 100 экз.

Распространяется бесплатно

Дата выхода в свет:

Отпечатано в Издательском доме ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»
Адрес типографии: 295051,
Республика Крым, г. Симферополь,
бульвар Ленина, 5/7

© ФГАОУ ВО «КФУ им. Вернадского», 2025

Перепечатка или воспроизведение материалов номера любым способом полностью или частично допускается с письменного разрешения Издателя.

СОДЕРЖАНИЕ	
Раздел 1. Региональные проблемы природопользования	
Шунько Н.В., Шунько А.А. ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЛНОВОГО РЕЖИМА И НИЗКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЙ В АКВАТОРИИ МАРИНЫ	5
Ничкова Л.А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИ ВЫБОРЕ МЕТОДА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И СИСТЕМЫ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ	15
Фаляхова П.Я., Осадчая Л.И. ИЗУЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА БАРЕНЦЕВА МОРЯ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ	21
Шайхиев И.Г., Дроздов И.А. БИОДЕГРАДАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ ГУСЕНИЦАМИ МАЛОЙ ВОСКОВОЙ МОЛИ (<i>ACHROIA GRISELLA</i>) (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ СВЕДЕНИЙ)	29
Раздел 2. Проблемы организации строительства	
Гольшев А.А., Абильтатов И.Д. ОБОСНОВАНИЕ ПОДХОДА ПО ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ БОРТОВЫХ ОТСОСОВ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ	35
Раздел 3. Экологическая безопасность	
Вердыш М.В., Булаенко Л.М. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА	41
Матвеев В.А., Ничкова Л.А. ПОВЫШЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ПРИ ИХ РЕСТАВРАЦИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ	48
Рыкунов С.М. ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭВАКУАЦИОННЫМ ПУТЯМ И ВЫХОДАМ НА ОБЪЕКТАХ СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЫ	53
Оводков М.В., Петров В.О., Кочнов Ю.М., Азаров В.Н. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВКЛАДА АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЧАСТНОГО СЕКТОРА В ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДАХ - УЧАСТНИКАХ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО КВОТИРОВАНИЮ ВЫБРОСОВ НА ОСНОВЕ СВОДНЫХ РАСЧЕТОВ	63
Раздел 4. Региональная и отраслевая экономика	
Цопа Н.В., Храмова А.В. УПРАВЛЕНИЕ СКЛАДСКИМИ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В ОРГАНИЗАЦИИ	73
Наши авторы	87

CONTENT	
Section 1. Regional problems of environmental management	
Shunko N.V., Shunko A.A. PHYSICAL MODELING OF WAVE REGIME AND LOW-FREQUENCY OSCILLATIONS IN THE MARINA WATERS	5
Nichkova L.A. COMPARATIVE CHARACTERISTICS WHEN CHOOSING A WASTEWATER TREATMENT METHOD AND A WATER SUPPLY SYSTEM	15
Falakhova P.Ya., Osadchaja L.I. STUDY OF THE SPATIAL AND TEMPORAL STRUCTURE OF THE CONDITIONS FOR THE FORMATION OF THE BARENTS SEA ICE COVER IN ORDER TO ENSURE INDUSTRIAL SAFETY AT HYDROCARBON PRODUCTION FACILITIES	21
Shaikhiev I.G., Drozdov I.A. BIODEGRADATION OF POLYMERS BY CATERPILLARS OF THE SMALL WAX MOTH (<i>ACHROIA GRISELLA</i>) (LITERARY REVIEW)	29
Section 2. Problems of construction organization	
Golyshev A.A., Abil'zatov I.D. FOUNDATION OF THE METHOD FOR OPTIMIZING THE PARAMETERS OF THE SIDE EXHAUST SYSTEM IN INDUSTRIAL VENTILATION	35
Section 3. Environmental safety	
Verdysh M.V., Bulayenko L.M. ENVIRONMENTAL ASPECTS OF AGRICULTURAL PRODUCTION	41
Matveev V.A., Nichkova L.A. IMPROVING THE FIRE SAFETY OF CULTURAL HERITAGE SITES DURING THEIR RESTORATION AND OPERATION	48
Rykunov S.M. FIRE PROTECTION REQUIREMENTS FOR EVACUATION ROUTES AND EXITS AT SOCIAL FACILITIES	53
Ovodkov M.V., Petrov V.O., Kochnov Y.M., Azarov V.N. MODELING AND FORECASTING OF THE CONTRIBUTION OF AUTONOMOUS HEAT SUPPLY SOURCES OF THE PRIVATE SECTOR TO ATMOSPHERIC AIR POLLUTION IN THE CITIES PARTICIPATING IN THE EXPERIMENT ON EMISSION QUOTAS BASED ON SUMMARY CALCULATIONS	63
Section 4. Regional and sectoral economy	
Tsopa N.V., Khramova A.V. MANAGEMENT OF WAREHOUSE LOGISTICS PROCESSES IN THE ORGANIZATION	73
Our authors	87

Раздел 1. Региональные проблемы природопользования

УДК 627.22

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЛНОВОГО РЕЖИМА И НИЗКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЙ В АКВАТОРИИ МАРИНЫ

Шуныко Н.В.¹, Шуныко А.А.²

^{1, 2}ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337 Москва, Ярославское шоссе, 26; ¹e-mail: natshunko@rambler.ru

Аннотация. В работе изложены основные исследования и результаты физического моделирования гидротехнических сооружений яхтенной марины, располагаемой на реконструируемой набережной. Реализация проекта реконструкции обеспечит защиту береговой полосы и позволит создать причальный комплекс яхтенной марины на исследуемом участке набережной.

Ключевые слова: яхтенная марина, набережная, низкочастотные колебания, волновой режим, оградительный мол, дамба, параметры волнения, физическое моделирование.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время начал активно развиваться яхтенный туризм в районах курортной инфраструктуры [1-3]. С давних пор, на Крымском побережье в большом количестве располагаются дома отдыхов, отели и другие инфраструктурные объекты для обеспечения полноценного отдыха приезжающих для этого людей. Как известно, состояние берегозащитных сооружений, пляжей, набережных и других гидротехнических сооружений (ГТС) в Крыму, требует разработки проектов по их реконструкции, так как, эти объекты остро нуждаются в ремонте [4-7]. Соответственно, для этого необходимо проведение научно-исследовательских работ на проектирование, строительство, ремонт и последующую эксплуатацию этих ГТС. Возведение современных яхтенных марин третьего и четвертого поколения, требует разработки новых проектов, с применением новейших инженерных решений [8]. Класс принимаемых яхт постоянно повышается и функционирующие яхтенные марины первого и второго поколения, необходимо реконструировать и модернизировать. Для этого, нужно проводить научное сопровождение проектирования, реконструкции и строительства гидротехнических объектов. Апробация разрабатываемых проектировщиками новых конструкций ГТС должна проводиться с применением физического моделирования волнового воздействия на них.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Уровень доходов от эксплуатации современных яхтенных марин сопоставим с уровнем доходов больших пассажирских и грузовых портов. Стоимость ГТС в маринах третьего и четвертого поколений, может составлять 15÷30% от общей себестоимости марины, что ниже стоимости ГТС современных грузовых портов [9]. Вред для прибрежной инфраструктуры и окружающей среды от строительства и функционирования яхтенных марин, по сравнению с грузовыми и пассажирскими портами - не значителен. Современные марины обеспечивают градостроительную безопасность территорий и улучшенное функционирование пограничной службы. В связи, со значительным перегрузом железнодорожного и автомобильного транспорта, хорошей альтернативой является использование водных путей, как транспортных коридоров с наиболее лучшей пропускной способностью [10]. Следует отметить, что использование маломерного транспорта, обслуживаемого яхтенными маринами, вносит существенный вклад в декарбонизацию окружающей среды [11].

Таким образом, инвестиционный потенциал яхтенного портового строительства, достаточно обоснован, что является необходимым условием развития береговой зоны Крымского побережья.

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования данной работы являются существующие гидротехнические сооружения яхтенной марины на участке набережной в районе с. Оползневое, для которых разрабатывается проект их реконструкции. Реализация этого проекта обеспечит защиту береговой полосы от разрушающего волнового воздействия и позволит создать новый причальный комплекс

(рисунок 1). При проектировании яхтенных марин, необходимо особое внимание уделять защите берегов от разрушающего воздействия волн и течений, а также необходимо обеспечивать и поддерживать высокий уровень рекреационных показателей качества прибрежных курортных вод. Для обеспечения высоких показателей по этим параметрам, выполняется физическое моделирование по исследованию распространения ветрового волнения по акватории яхтенной марины.

Основной задачей приведенных исследований, являлась оценка методом физического моделирования эффективности гидротехнических сооружений яхтенной марины и защищенности огражденной акватории при расчетных штормах.

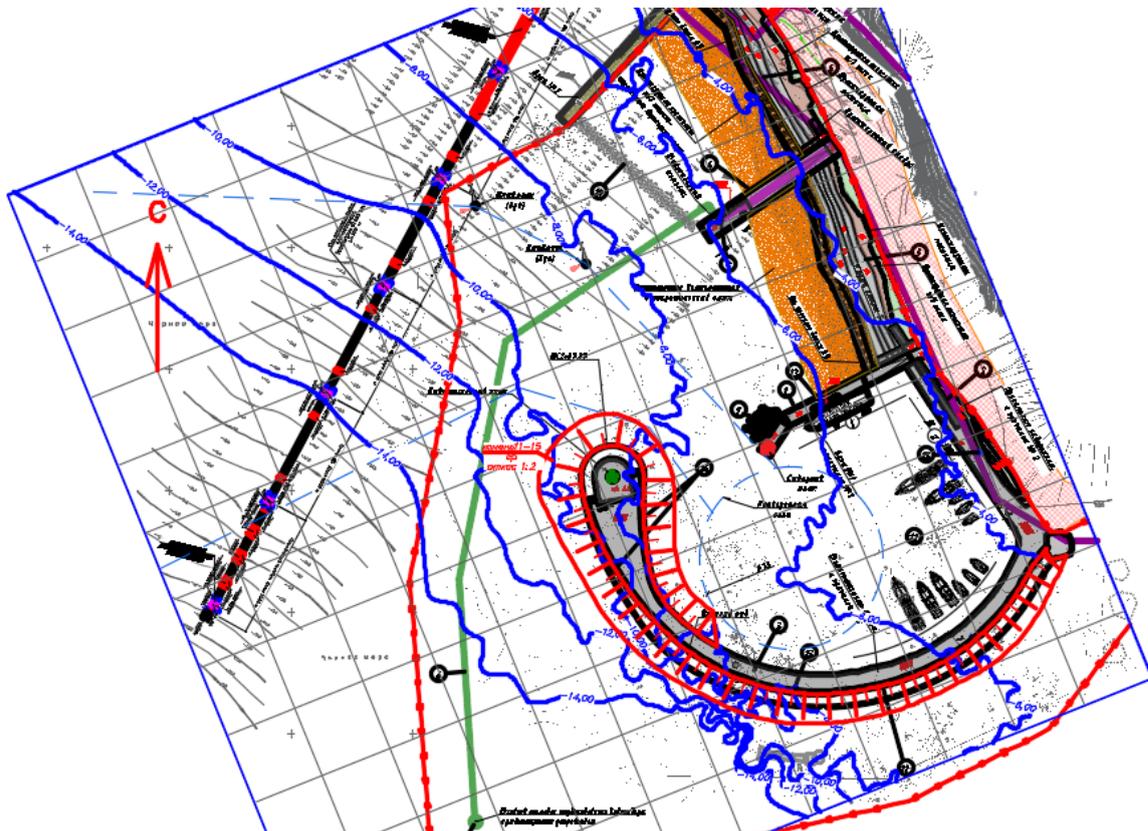


Рис. 1. Генплан исследуемого участка набережной

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Административно территория относится к Ялтинскому городскому округу. Общая длина участка - около 300 м. Генеральный азимут линии берега $a_0 = 292^0$. При моделировании, в качестве расчетного, был принят уровень 1% обеспеченности: $\Delta z_{1\%} = 0,26$ м БС. На модели подбор волнового режима осуществлялся по параметрам волн в соответствующем масштабе на линии обрушения.

Защитная дамба представляла собой каменную берму, по верху которой установлена волноотбойная стена с отметкой верха: $+3 \pm +4$ м БС, укрепленную со стороны открытой акватории тетраподами массой 20 т и крупным камнем 4 ± 6 т. Уклон дамбы был равен $i = 1:2$. Фасонные бетонные блоки тетраподы были упорядоченно уложены в два слоя до отметки: $\Delta z = -3$ м БС. Нижняя часть внешней дамбы на модели была сложена из крупного камня, устойчивого при расчетном волнении.

Модель исследуемого участка набережной, строилась в волновом бассейне, с размерами: $27,0 \times 27,0$ м (рисунки 2, 3) в масштабе 1:120. Плановые размеры огражденной модели в бассейне были следующими: ширина $b = 6$ м, длина $l = 15$ м. При изготовлении модели, соблюдалось максимальное соответствие натурному объекту [12, 13].



Рис. 2. Модель исследуемой набережной в волновом бассейне



Рис. 3. Подготовленная для экспериментов физическая модель

С целью гашения отраженных волн по периметру модели укладывалась металлическая стружка и дополнительная каменная наброска. Принятой ширины модели было достаточно. Визуально от боковых стенок отражения волн не фиксировалось. Не фиксировалось отражение волн от боковых стенок и измерительной аппаратурой.

После выполнения физической модели, бассейн заполнялся водой до проектной отметки (рисунок 3) и далее воспроизводилось воздействие регулярного волнения расчетного шторма.

Расстановка датчиков волнения на исследуемом участке набережной, представлена на фото рисунка 4.



Рис. 4. Нумерация волнографов и их расположение на акватории модели

В экспериментах была использована стандартная методика, с соблюдением подобия между натурной конструкцией и модельной по числу Фруда [12-14]. В качестве расчетных штормов (наиболее опасных для сооружений), приняты наиболее волноопасные шторма ЗЮЗ румба повторяемостью 1 раз в 50 лет и 1 раз в 100 лет [12, 13]. Указанные в работе обеспеченности штормов приняты для сооружений I и II класса.

Основные волновые параметры расчетного шторма ЗЮЗ румба, повторяемостью 1 раз в 50 лет следующие:

– глубокая вода: средняя высота волн $h_{cp} = 4,0$ м; средний период $T_{cp} = 9,2$ с; средняя длина волн $\lambda_{cp} = 131,0$ м; высота волн 1% обеспеченности $h_{1\%} = 9,6$ м; высота волн 5% обеспеченности $h_{5\%} = 7,8$ м;

– первое (последнее) обрушение волн у рассматриваемого участка побережья происходит на глубине 7,3 м, при этом, высота волн 1% обеспеченности $h_{1\%} = 6,1$ м.

Волновые параметры расчетного шторма ЗЮЗ румба, повторяемостью 1 раз в 100 лет следующие:

– глубокая вода: средняя высота волн $h_{cp} = 4,2$ м; средний период $T_{cp} = 10,4$ с; средняя длина волн $\lambda_{cp} = 169,0$ м; высота волн 1% обеспеченности $h_{1\%} = 10,1$ м; высота волн 5% обеспеченности $h_{5\%} = 8,2$ м;

– первое (последнее) обрушение волн у рассматриваемого участка побережья происходит на глубине 7,8 м, при этом высота волн 1% обеспеченности $h_{1\%} = 6,5$ м.

На рисунках 5 и 6 приведены волнограммы для шторма повторяемостью 1 раз в 50 лет. На рисунках 7 и 8 приведены волнограммы для шторма повторяемостью 1 раз в 100 лет. Исследование защищенности огражденной акватории марины приведено на фото рисунка 9.

По результатам проведенных экспериментов, защищенность огражденной акватории марины высокая – высота волн в акватории не превышает значений: $h = 1,4 \div 1,6$ м.

Исследование устойчивости элементов защитной наброски оградительного мола, выполненной из бетонных блоков «тетрапод» и дополнительной каменной наброски, приведено на рисунках 10 - 13. Продолжительность опытов составляла 30 минут, что соответствовало 5,5 часам расчетного шторма в натуральных условиях.

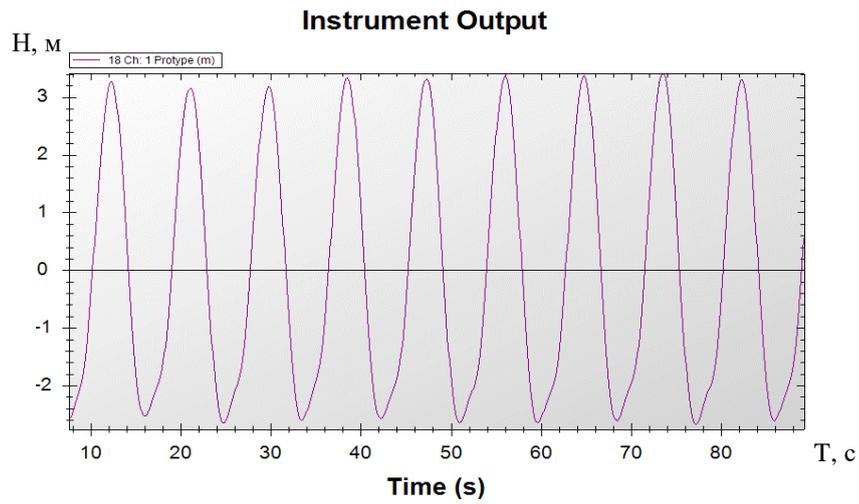


Рис. 5. Показания волнографа № 1 в зоне обрушения волн, шторм 1 раз в 50 лет, с параметрами волнения $T_{cp} = 9,2$ с, $h = 6,1$ м

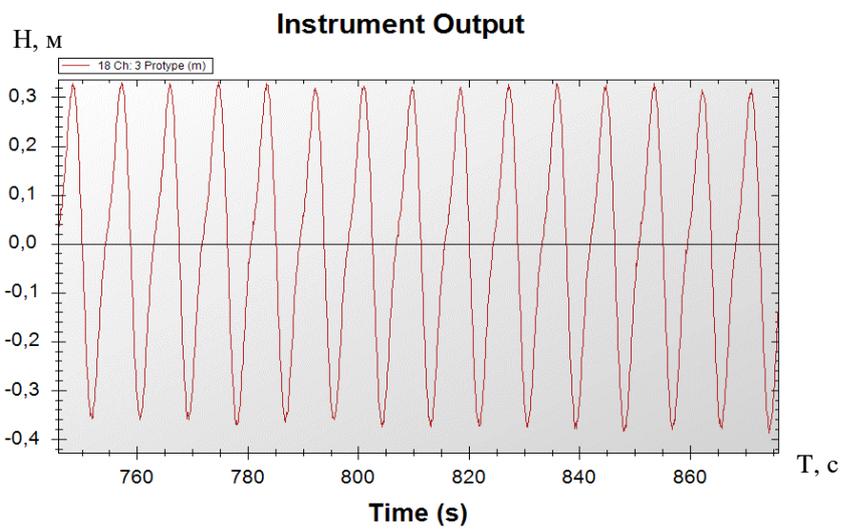


Рис. 6. Показания волнографа № 2, параметры волнения $T = 9,2$ с, $h = 0,7$ м

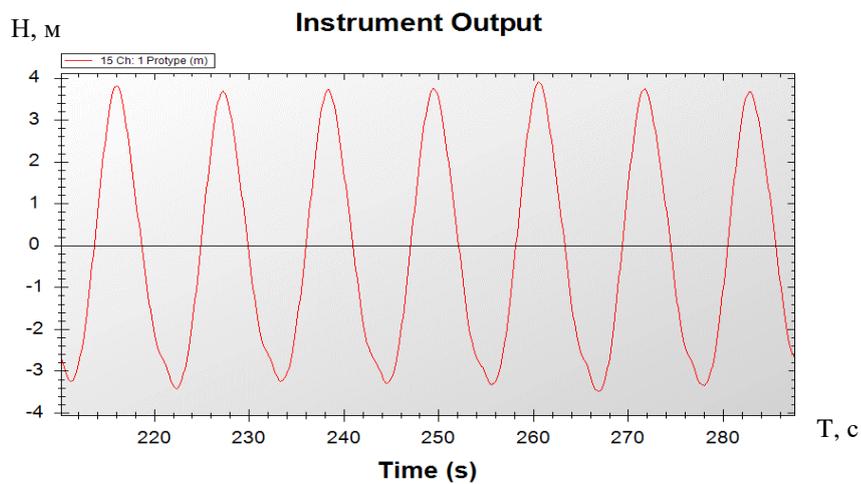


Рис. 7. Показания волнографа № 1 на глубине 36,0 м, шторм 1 раз в 100 лет, с параметрами волнения $T_{cp} = 10,4$ с, $h_{5\%} = 7,4$ м

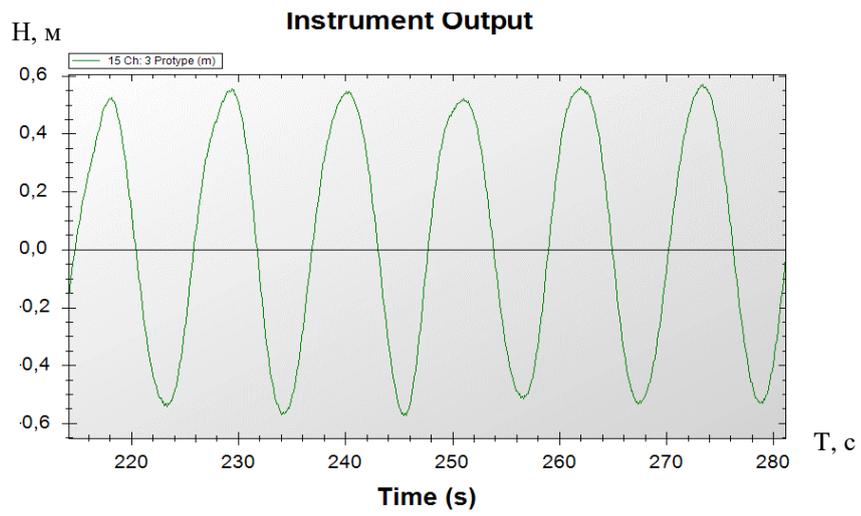


Рис. 8. Показания волнографа № 2, параметры волнения $T = 10,4$ с, $h = 1,1$ м



Рис. 9. Экспериментальные исследования по исследованию защищенности огражденной акватории марины



Рис. 10. Усиление защитной наброски оградительного мола тетраподами



Рис. 11. Экспериментальные исследования по изучению устойчивости защитной наброски из тетрапов



Рис. 12. Экспериментальные исследования по изучению устойчивости каменной защитной наброски

Перелива воды через гребень волноотбойной стены на оградительном моле с отметкой верха: +5,2 м БС - не наблюдалось (рис. 13). И только при шторме повторяемостью 1 раз в 100 лет, фиксировались отдельные заплески на верхнее строение оградительного мола в виде брызг.



Рис. 13. Вид оградительного мола при волновом воздействии

Исследование низкочастотных сейшевых колебаний и резонанса на огражденной акватории, приведено на рис. 14.



Рис. 14. Экспериментальные исследования сейшевых колебаний (резонанса)

Опыты по определению резонансных характеристик марины выполнялись при различных значениях периода волн. Высота волн во внешней акватории задавалась равной $h = 0,5$ м [15]. Получено, что при резонансе высота волн в акватории увеличивается в $2 \div 2,5$ раза. Проведенные эксперименты, показали, что резонанс низкочастотных сейшевых волн в защищенной акватории возможен при периоде $T_p = 24$ с.

Высота низкочастотных колебаний у причалов может составлять $h_p = 1,0 \div 1,4$ м. Наибольшая высота волн, достигающая значения $h = 1,4$ м, возможна в зоне средней части причала № 2. У буны № 9 высота волн при возникновении резонанса составит значения: $h_p = 0,6 \div 1,0$ м.

ВЫВОДЫ

На основании анализа проведенных экспериментов по исследованию воздействия наиболее волноопасных штормов ЗЮЗ направления на исследуемый участок набережной, следуют следующие выводы.

1. Защищенность огражденной акватории высокая – высота волн в акватории не превышает значений: $h = 1,4 \div 1,6$ м. Проектируемая марина не является всепогодной и при неблагоприятном погодном прогнозе, суда должны будут выходить из марины.

2. Оградительный мол устойчив при расчетных штормах.

3. Перелива воды через гребень волноотбойной стены на моле с отметкой верха +5,2 м БС не наблюдалось. И только при шторме повторяемостью 1 раз в 100 лет возможны отдельные заплески на мол в виде брызг.

4. Резонанс низкочастотных сейшевых волн в защищенной акватории возможен при периоде: $T_p = 24$ с.

5. Высота сейшевых колебаний у причалов может составлять: $h_p = 1,0 \div 1,4$ м.

Наибольшая высота волн, принимающая значения до $h = 1,4$ м, возможна в зоне средней части причала № 2. У буны № 9 высота волн при возникновении резонанса, составит значения: $h_p = 0,6 \div 1,0$ м.

Таким образом, очередной раз доказана необходимость и обязательность проведения физического моделирования работы проектируемых ГТС в составе научного сопровождения строительства.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Перспективы развития яхтенного туризма на Крымском побережье, довольно значительны, что потребует разработки новейших проектов яхтенных марин последнего поколения, соответствующих международным требованиям по сервисным услугам, с обеспечением безопасной стоянки яхт. Строительство в данном регионе сети яхтенных марин, а также, реконструкции существующих, будет содействовать переходу функционирования курортных территорий от сезонного обслуживания, к круглогодичному, что обеспечит высокую экономическую эффективность береговой зоны и повышению уровня жизни местного населения. Современная прибрежная застройка, вместе с ГС марины, потребует развития инженерно-технического и

транспортного обслуживания, что приведет к созданию новой инженерии, развитию существующей, а также прокладки автомобильных и железнодорожных дорог. В плане экологии, новые методы берегозащиты и различные мероприятия по улучшению водообмена акватории марин, приведут к повышению рекреационного качества прибрежных вод и сохранению биоресурсов.

В соответствии с этим, необходима большая совместная работа проектировщиков, специалистов гидротехников и ученых для разработки новых проектов яхтенных марин и прилегающей к ним территорий, учитывающих все аспекты функционирования этих сложных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция развития инфраструктуры яхтенного туризма на Азово-Черноморском побережье Краснодарского края: утв. 24.06.2021 г. URL: <https://arch-sochi.ru/2021/07/konceptciyazarazvitiya-infrastruktury-yahtenogo-turizma-na-azovochernomorskom-poberezhe-krasnodarskogo-kraya/>.
2. Макаров, К.Н. Техничко-экономические аспекты проектирования яхтных гаваней / К.Н. Макаров, Д.С. Кашапов // Гидротехника. – 2021. – № 2. – С. 14-19.
3. Поддубная, Т.Н. / Т.Н. Поддубная, Е.Л. Заднепровская, А.Р. Кумпилова, Д.С. Сидарков // Перспективы развития яхтинга, как фактора привлекательности региона. Теория и практика физической культуры. – 2022. – № 5. – С. 43-45.
4. Шунько, Н.В. Физическое моделирование сооружений набережной в г. Саки (Республика Крым) в волновом бассейне / Н.В. Шунько // Экономика строительства и природопользования. – 2024. – № 4 (89). – С.13-23.
5. Шунько, Н.В. Физическое моделирование волнового воздействия на сооружения объекта «Строительство пешеходной набережной вдоль улицы Морская в г. Саки (Республика Крым)» / Н.В. Шунько, Н.Д. Зувев, А.А. Шунько // Гидротехническое строительство. – 2023. – № 9. – С. 42-49. DOI: 10.34831/EP.2023.62.34.008.
6. Горячкин, Ю.Н. Проблемы природопользования в береговой зоне крымского полуострова / Ю.Н. Горячкин // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – 2015. – № 1. – С. 5-11.
7. Natalya Vetrova, Emran Mennanov, Elmar Mennanov, Anastasia Gaysarova, Gennadii Shtofer. Specific features of pre-design selection of biopositive coastal protection for beach sustainability. [Электронный ресурс]. AIP Conf. Proc. 2791, 030002 (2023). <https://doi.org/10.1063/5.0143482>.
8. Гришин, Н.А. Марины (порты для яхт) / Н.А. Гришин // Academia. Архитектура и строительство. – 2022. – № 3. – С. 88-96.
9. Марины: современные мифы и заблуждения. [Электронный ресурс]. <https://альянсмарин.пф/blog/grishin/1>.
10. Garibin, P.A. Some issues of surveying floating berths of yacht marinas / P.A. Garibin, S.V. Egorov, A.A. Butsanets // Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova. – 2023. – Т. 15, № 5. – P 783-797. DOI: 10.21821/2309-5180-2023-15-5-783-797.
11. Углеродный след (карбоновый след). [Электронный ресурс]. <https://neftegaz.ru/tech-library/ekologiya-pozharnaya-bezopasnost-tehnika-bezopasnosti/691482-uglerodnyy-sled-karbonovyy-sled/>.
12. СП 38.13330.2018. Свод правил. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов): введен 17.02.2019. – М.: Минрегионразвития РФ, 2018. – 102 с.
13. ГОСТ Р 70023-2022. Физическое моделирование волновых воздействий на портовые гидротехнические сооружения. Требования к построению модели, проведению экспериментов и обработке результатов. – Введ. 2022–09–01. – М.: Росстандарт, 2022. – 8 с.
14. Users Guide to Physical Modelling and Experimentation [Электронный ресурс]. IAHR. - HYDRALAB, – 2011, – p. 245.
15. Рабинович, А.Б. Длинные гравитационные волны в океане: захват, резонанс, излучение / А.Б. Рабинович. – СПб.: Гидрометеиздат, 1993. – 325 с.

PHYSICAL MODELING OF WAVE REGIME AND LOW-FREQUENCY OSCILLATIONS IN THE MARINA WATERS

¹Shunko N.V., ²Shunko A.A.

^{1,2} National Research Moscow State University of Civil Engineering

Annotation. The paper presents the main research and results of physical modeling of the hydraulic structures of the yacht marina located on the reconstructed embankment. The implementation of the reconstruction project will ensure the protection of the coastal strip and will allow the creation of a berthing complex of the yacht marina on the studied section of the embankment.

Keywords: yacht marina, embankment, low-frequency vibrations, wave regime, protective pier, dam, wave parameters, physical modeling.

УДК 552.119.4 + 311.097

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИ ВЫБОРЕ МЕТОДА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И СИСТЕМЫ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ

Ничкова Л.А.

Политехнический институт (структурное подразделение), ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», 299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33, e-mail: nichkova@sevsu.ru

Аннотация. В статье представлена информация о сравнительном методе анализа стоимости очистки цианистых сточных вод химическим и электрохимическим методом. Доказано, что электрохимический метод имеет больше достоинств, т.к. он прост в применении, а также не требует строительства сложных устройств, по сравнению с химическим методом. Кроме того, для электрохимических способов характерны существенное сокращение расхода химикатов и меньшая потребность в производственных площадях.

Ключевые слова: установка, гальваническое отделение, автоматическое проточное устройство, сточные воды, очистка, окисление цианидов, риск, производственный объект, статистические показатели, гипохлоритный метод.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных видов загрязнений хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод являются нерастворимые (легкие и тяжелые) минеральные и органические примеси, концентрация и размеры которых колеблется в широких пределах. Все это требует обеспечения защиты перекачивающего оборудования КНС (канализационных насосных станций) от грубых отбросов, способных нарушить нормальную работу оборудования. Поэтому, обеспечение условий стабильной работы и сведение к минимуму вероятности аварийной ситуации насосного оборудования, является актуальной задачей для предприятий и различных производств. Обеспечение этих условий возможно, когда механическая примесь в сточных водах не будет превышать размер просвета рабочего колеса насоса. Для задержания и дробления отбросов, без извлечения их из потока сточной воды, эффективно использовать решетки дробилки [1].

Химические методы очистки сточных вод гальванических отделений основаны на применении химических реакций, в результате которых загрязнения, содержащиеся в сточных водах, превращаются в соединения, безопасные для потребителя, или легко выделяются в виде осадков. Среди известных методов химической нейтрализации сточных вод, содержащих цианистые соединения, техническое применение нашли лишь немногие.

ЦЕЛЬ СТАТЬИ

Цель статьи – оценить преимущества и недостатки электрохимического и химического методов очистки производственных сточных вод.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Самый распространённый метод основан на выделении ионов CN^- в виде труднорастворимой комплексной соли, образующейся в основной среде в присутствии ионов Fe^{2+} .

В зависимости от условий в которых протекают эти реакции, возникает осадок берлинской лазури $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ или турнбулевой сини $Fe_3[Fe(CN)_3]_2$.

Качественное удаление ионов из сточных вод с помощью этого метода возможно лишь в случае очень точной выдержки всех установленных условий реакции и в особенности рН, реакционной среды.

Применяемый метод удаления цианистых соединений из сточных вод базируется на их окислении хлором (либо гипохлоритом) в основной среде. Наиболее часто применяют гипохлорит натрия, хлорную известь и газообразный хлор. Соединения эти в основной среде гидролизуются с получением ионов ClO^- , которые с цианидами реагируют в соответствии с реакцией:

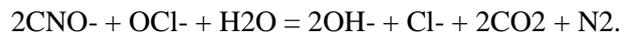


Реакция окисления цианидов до цианатов протекает в 2 стадии, сначала образуется хлорциан, который затем гидролизуется до хлорцианатов.

Так как хлорциан является сильно отравляющим газом, то в реакционной среде необходимо иметь такие условия, чтобы скорость реакции (б) была бы больше скорости реакции (а). Такие условия наблюдаются в том случае, когда концентрация цианидов в сточных водах меньше 1 г/л, t сточных вод < 50 градусов и pH > 8,5. Из исследований скорости гидролиза хлорциана следует, что она значительно зависит от реакции среды:

pH реакц. среды	8	9	10	11	12
Продгидрол. CNCl, ч	20	12	4	1	0,25

Установлено, что расход гипохлорида при окислении цианидов до цианатов также зависит от pH реакционной среды. При pH равном 8,5, его расходуеться на 35-80% больше, чем это следует из расчетов, а при pH = 11 - на 10% больше. Это связано с расходом гипохлорита на дальнейшее окисление части цианидов до двуокиси углерода и азота:



На кинетику этой реакции заметное влияние оказывает концентрация окислителя (гипохлорит) и pH реакционной среды. При pH > 10 скорость ее так мала, что после 24 ч только незначительная часть цианатов подвергается дальнейшему окислению. В этих условиях значительное ускорение реакции достигается только при многократном повышении содержания гипохлорита, что на практике невозможно, т.к. высокая концентрация активного хлора в сточных водах недопустима и требует мер по его удалению [2-4].

При снижении pH до 7,5-8,5 при небольшом избытке гипохлорита (10%) реакция окисления цианидов заканчивается в течение 10-15 минут.

Теоретический расход окислителя, выраженный массой активного хлора, идущего на окисление 1 г ионов CN⁻, образуемых при диссоциации простых цианидов до цианатов, достигает 2,84 г, при окислении до CO₂ и N₂ - 6,2 г. Так как в цианистых сточных водах содержатся также комплексные цианиды различных металлов, то для окисления 1 г CN применяют следующее количество хлора:

до цианатов - 3,3 г Cl; до CO₂ и N₂ - 8,5 г Cl.

Несмотря на то, что цианаты в 1000 раз менее токсичны по сравнению с цианидами, все же они требуют дальнейшей нейтрализации, которая может протекать вышеприведенным способом до CO₂ и N₂, либо путем их гидролиза до солей аммония по реакции



При pH < 3 реакция гидролиза протекает за 2 минуты.

Гипохлоритный метод окисления цианидов до цианатов применяют при очистке обычных сточных вод гальванических отделений, в которых концентрация цианидов (в пересчете на ионы CN) не превышает 100-200 мг/л. Сточные воды с более высокой концентрацией цианидов (отработанные электролиты) требуют соответствующего разбавления, или др. методов очистки из-за опасности выделения очень ядовитого цианида хлора.

На практике нейтрализацию цианистых сточных вод проводят периодическим или непрерывным методом. Однако существует тенденция к установке, даже в небольших гальванических отделениях, автоматических проточных устройств. Независимо от способа накопления сточных вод в устройствах повсеместно применяемый способ их очистки основан на окислении цианидов до цианатов при pH=10-11 и дальнейшем их окислении до CO₂ и N₂ при pH = 7,5-8,5, либо гидролизе до солей аммония при pH < 3.

Процесс очистки цианистых сточных вод не заканчивается их нейтрализацией содержащихся в них цианистых соединений, т.к. в них еще остаются для удаления соединения тяжелых металлов (цинка, меди, кадмия и др.). Когда сточные воды окисляют методом полного окисления цианидов, то в следующей стадии процесса (окисление цианатов до CO₂ и N₂) создаются благоприятные условия для полного выделения гидроокиси металлов в виде взвеси. При проведении же процесса гидролиза цианатов до солей аммония в кислой среде необходима добавочная нейтрализация

кислот, содержащихся в сточных водах для создания условий, благоприятствующих образованию и выделению взвеси гидроокиси металлов [5, 6].

Так как в полнопрофильных гальванических отделениях образуются также и остальные 2 группы сточных вод (хромовых и кислых с основными), то индивидуальное выделение и удаление взвеси тяжелых металлов из цианистых сточных вод не применяют (после нейтрализации цианистых соединений). Такую операцию проводят на смешанных сточных водах. Наиболее часто применяют обработку цианистых сточных вод методом гидролиза, чем их окисление до CO_2 и N_2 . Такой метод более прост и дешевле в эксплуатации.

Конец реакции окисления цианидов до цианатов можно установить определением содержания цианидов аналитическим способом. Практически было установлено, что выдержка в течение 15 мин избытка активного хлора (5-15 мг/л) в сточных водах при pH равном 10,5-11 определяет окончание реакции окисления цианидов.

Вышеописанный метод (реагентный) в настоящее время получил наибольшее распространение в отечественной практике обезвреживания сточных вод гальванических цехов. Основное его достоинство - крайне низкая чувствительность к исходному содержанию загрязнений, а основной недостаток - высокое остаточное солесодержание очищенной воды. Последнее вызывает необходимость в доочистке [7, 8].

Среди методов очистки сточных вод гальванических цехов, имеющих промышленное значение, кроме уже упомянутых химических методов, внимания заслуживают ионные и электрохимические методы. Каждый из этих методов имеет свои недостатки и преимущества, тем не менее они являются несомненно более современными по сравнению с классическим химическим методом. Основное преимущество - нейтрализация концентрированных сточных вод, получение ценных электролитов и чистой воды, пригодной для повторного использования. С помощью таких методов возможно создание в гальваническом цехе замкнутой системы циркуляции технологической воды и почти полное устранение необходимого слива сточных вод в канализационную систему.

Деятельность может осуществляться на основании соответствующей лицензии, выданной федеральным органом исполнительной власти, специально уполномоченным в области промышленной безопасности, или его территориальным органом в соответствии с законодательством РФ.

ДАнные И МЕТОды

Цианистые стоки из емкости 1 для усреднения состава и частичного отделения механических примесей направляются в усреднитель 8. Из аппарата 8 стоки насосом подаются в песчано - гравийный фильтр 2 для очистки от механических примесей. Скорость движения жидкости, отнесенная к поперечному сечению фильтра, 5-7 м/ч. Следующая ступень - очистка активированным углем в аппарате 3 от маслопродуктов, ПАВ, биологических примесей и т.д. Отфильтрованная вода направляется в катионообменник 4, заполненный смолой КУ-2, КУ-8 или КУ-23 в водородной форме. Линейная скорость движения жидкости в этом аппарате достигает 10-20 м/ч. По достижении на выходе концентрации сорбируемых ионов 0,02-0,03 мг.экв/л катионит подвергается регенерации. Освобожденная от катионов вода поступает в анионообменники 5 и 6, заполненные смолами АВ-17-8, АН-221 и др. При содержании сорбируемых анионов на выходе из аппарата 0,05-0,1 мг/л анионит регенерируют [9].

Сточные воды направляются на производство (в систему оборотного водоснабжения), а промывные - в сборники концентратов для химического обезвреживания и, в нашем случае, для извлечения меди и цинка.

Принципиальная схема установки для очистки сточных вод гальванического производства показана на рисунке 1.

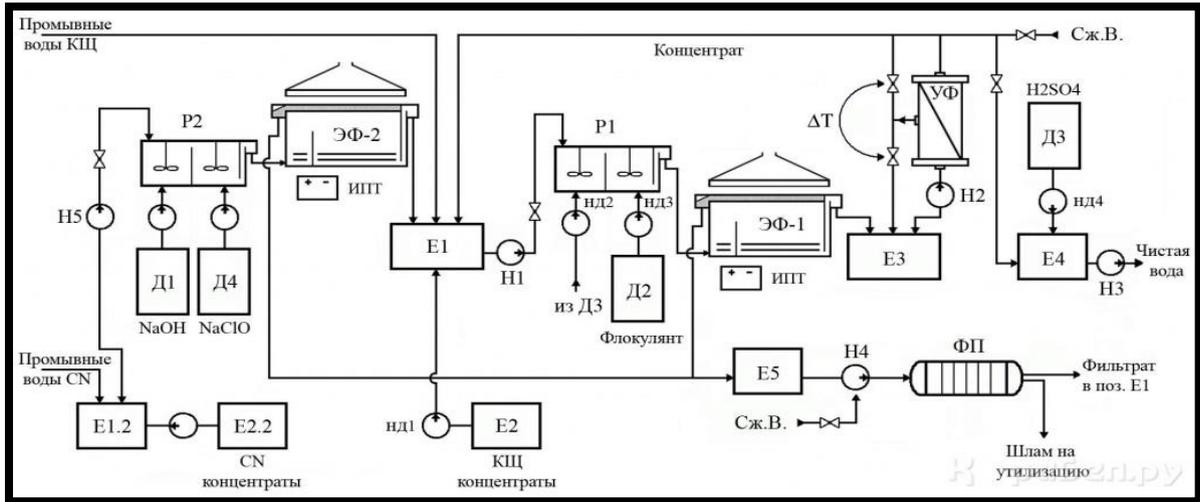


Рис. 1. Схема установки для очистки сточных вод гальванического производства

Главный недостаток технологии ионного обмена состоит в том, что для выделения из воды элементов или солей необходимы регенерирующие кислоты или щелочи, которые в последствии в виде солей поступают в окружающую среду, вызывая вторичное загрязнение последней.

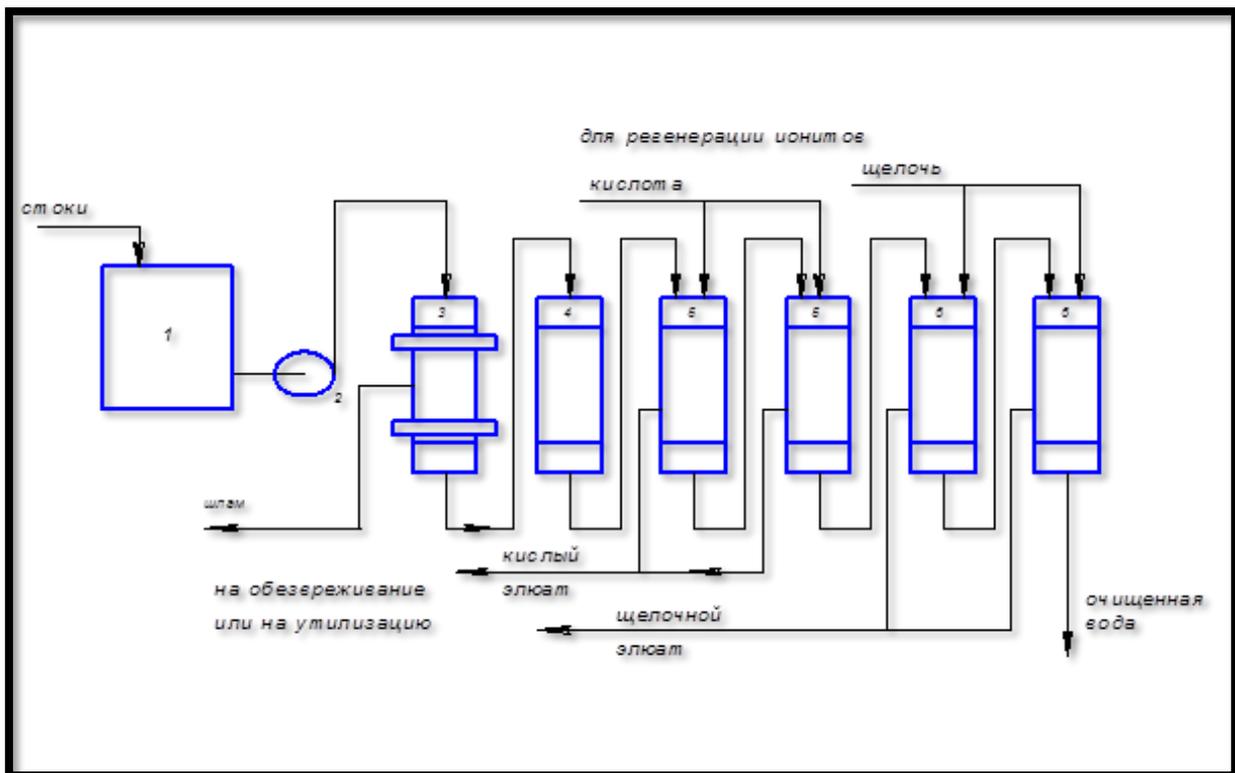


Рис.2. Схема ионообменной установки для очистки цианистых сточных вод

Термическое обезвреживание и мембранная технология, которые позволяют получить высококачественную воду и несомненно получат более широкое распространение в будущем [10].

Термическое обезвреживание сточных вод гальванических цехов включает 2 стадии: предварительное концентрирование и огневое обезвреживание концентрата (шлама).

Целью 1 стадии является возврат части воды в производство. Применяемые в основном процессы упаривания и сушки лимитируются необходимостью учета возможности образования отложений на поверхности теплообмена, коррозии оборудования и загрязнения атмосферы вредными газообразными выбросами.

ВЫВОДЫ

По результатам анализа следует отметить, что огневое обезвреживание концентрата осуществляется в высокотемпературных печах, топках котлоагрегатов. Так, цианосодержащие стоки и шламы сжигают в трубчатых, вращающихся и циклонных печах в кипящем слое, либо в печах с загрузкой катализатора. При этом цианиды полностью окисляются, а связанные с ним металлы, выделяются в виде окислов или чистых металлов. Каталитическое окисление снижает рабочую температуру процесса и, следовательно, расход топлива.

Мембранная же технология основана на применении мембран, которые способны задерживать практически все многовалентные катионы, задерживая 50-70 % примесей. Поэтому их применение для очистки промывных сточных вод и регенерации электролитов представляется наиболее перспективным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авакян, А.Б. Рациональное использование водных ресурсов / А.Б. Авакян, В.М. Широков. – Екатеринбург: изд-во Виктор, 2024. – 120 с.
2. Овсяный, Е.И. Основные источники загрязнения морской среды Севастопольского региона / Е.И. Овсяный, А.С. Романов, Р.Я. Миньковская, И.И. Красновид, Б.А. Озюменко, И.М. Цымбал // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2021.– С. 138-152.
3. Иванов, В.А. Гидролого-гидрохимический режим Севастопольской бухты и его изменения под воздействием климатических и антропогенных факторов / В.А. Иванов, Е.И. Овсяный, Л.Н. Репетин, А.С. Романов, О.Г. Игнатьева // Препринт.– Севастополь: МГИ НАН Украины, 2019. – 92 с.
4. Современное состояние загрязнения вод Черного моря / Под ред. А.И. Симонова, А.И. Рябинина // Гидрометеорология и гидрохимия морей. т. IV. Черное море. вып.3.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2018. – 130 с.
5. Севрикова, С.Д. Оценка химических последствий сбросов грунтов непосредственно в районе дампинга (на примере мелководной прибрежной зоны Черного моря) / С.Д. Севрикова, М.А. Болдырев, Е.А. Лазарева, И.В. Горлатенко // Итоги исследований в связи со сбросами отходов в море. – М., Гидрометеиздат, 2000. – С. 188-205.
6. Таубер, Б.А. Грейферные механизмы / Б.А. Таубер. – М.: Машиностроение, 2001-423 с.
7. Охрана окружающей среды на водном транспорте // Тематическая подборка. М.: ЦБНТИ, 1992. 36 с.; Колосов Л.В. Устойчивое развитие хозяйственных систем. М.: Изд-во РАГС, 2015. – 266 с.
8. Герлах, С.А. Загрязнение морей. Диагноз и терапия / С.А. Герлах. – Л.: Гидрометеиздат, 2009. – 264 с.
9. Владимиров, М.А. Охрана окружающей среды / М.А. Владимиров. – СПб.: Гидрометеиздат, 2019. – 176 с.
10. Кондрин, А. Т. Экологическое состояние и устойчивость к антропогенным нагрузкам морей европейской части / А.Т. Кондрин, А.Н. Косарев., А.В. Полякова, Т.В. Полякова // Проблемы оценки экологической напряженности европейской территории России: факторы, районирование, последствия. – М., 2016.- С.
11. Самородова В.И. Использование новых технологий водоочистки Армянского филиала общества с ограниченной ответственностью «Титановые инвестиции»/Самородова В.И., Ничкова Л.А.//Экономика строительства и природопользования – 2024. – №1 (90). – С. 18–25.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS WHEN CHOOSING A WASTEWATER TREATMENT METHOD AND A WATER SUPPLY SYSTEM

Nichkova L.A.

Sevastopol State University, Sevastopol, Russian Federation

Annotation. The article provides information on a comparative method for analyzing the cost of treating cyanide wastewater using chemical and electrochemical methods. It is proved that the electrochemical method has more advantages, because it is easy to use, and also does not require the construction of complex devices, compared with the chemical method. In addition, electrochemical methods are characterized by a significant reduction in the consumption of chemicals and a lower need for production space.

Keywords: installation, galvanic separation, automatic flow device, waste water, purification, cyanide oxidation, risk, production facility, statistical indicators, hypochlorite method.

УДК 551.324 + 551.326 (268.45)

ИЗУЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА БАРЕНЦЕВА МОРЯ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ

Фаляхова П.Я.¹, Осадчая Л.И.²

^{1,2} ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет,
299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33, e-mail: liosadchaya@sevsu.ru

Аннотация. В работе проведен анализ ледовой обстановки при освоении глубоководного шельфа арктических морей на основе углубленного изучения пространственно-временной структуры условий формирования ледяного покрова Баренцева моря. Выявлено, что начиная с 2008 года наблюдается тенденция к снижению площади ледяного покрова, однако в рамках сезонов года общая картина остаётся постоянной: максимум льдов отмечается в начале весны, минимум – в конце лета - начале осени. Тенденция уменьшения площади льда связана с повышением температуры поверхностного слоя воды в море.

Ключевые слова: Баренцево море, промышленная безопасность, ледяной покров, шельф, добыча, углеводороды.

ВВЕДЕНИЕ

В Арктике сосредоточено 90% извлекаемых ресурсов углеводородов всего континентального шельфа Российской Федерации. Основная часть газа (около 70%) приходится на шельфы Баренцева и Карского морей. Наиболее изученными с геологической точки зрения являются Печоро-Баренцевоморский регион (Штокмановский и прилегающие районы, открытые месторождения и перспективные участки так называемого Печорского моря на юго-востоке Баренцева моря), Карский регион (район акватории Обской и Тазовской губ, Приямальский шельф). В этих районах открыты месторождения, в том числе уникальные и крупные [1, 2]. Уникальность месторождений заключается не только в их колоссальных запасах, но также и в условиях проведения работ по обустройству и дальнейшей эксплуатации. Площадь месторождений относится к III категории сложности (особо сложные) по инженерно-геологическим условиям.

Помимо традиционных сложностей, связанных с освоением месторождений, существует особая проблема, обусловленная замерзанием акваторий, формированием крупных ледовых образований, представляющих опасность при эксплуатации месторождений углеводородов.

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью работы является анализ ледовой обстановки при освоении глубоководного шельфа арктических морей на основе углубленного изучения пространственно-временной структуры условий формирования ледяного покрова Баренцева моря, с целью обеспечения промышленной безопасности при освоении и эксплуатации объектов добычи углеводородов. Для определения общих характеристик и динамики ледяного покрова арктических морей были использованы обзорные ледовые карты Северного Ледовитого океана Арктического и антарктического научно-исследовательского института, данные фактической площади ледяного покрова Баренцева моря с 1979 по 2022 год Мирового центра данных по морскому льду (МЦД МЛ) ААНИИ [3], фактические данные по среднемесячной температуре воздуха электронного ресурса «Погода и климат» в городе Мурманск за 2002-2022 годы [4].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

По мере истощения мировых запасов природного газа и нефти, легкодоступных для разработки, арктические регионы, несмотря на суровый климат и трудности освоения, становятся все более перспективными источниками углеводородов.

За все время проведения геологоразведочных работ на арктическом шельфе Российской Федерации открыто 5 нефтяных месторождений (4 в Печорском море, 1 в море Лаптевых), 2 нефтегазоконденсатных (1 Печорском, 1 в губах и заливах Карского моря) и 1 нефтегазовое (в Карском море); 5 газовых (3 в Баренцевом море, 2 в губах и заливах Карского моря); 8

газоконденсатных (1 в Печорском море, 2 в Баренцевом море, 2 в Карском море, 3 в губах и заливах Карского моря) (рис. 1) [5]. Также в 2020 году были открыты еще 2 месторождения, газовое и газоконденсатное, их запасы недавно были поставлены на баланс.

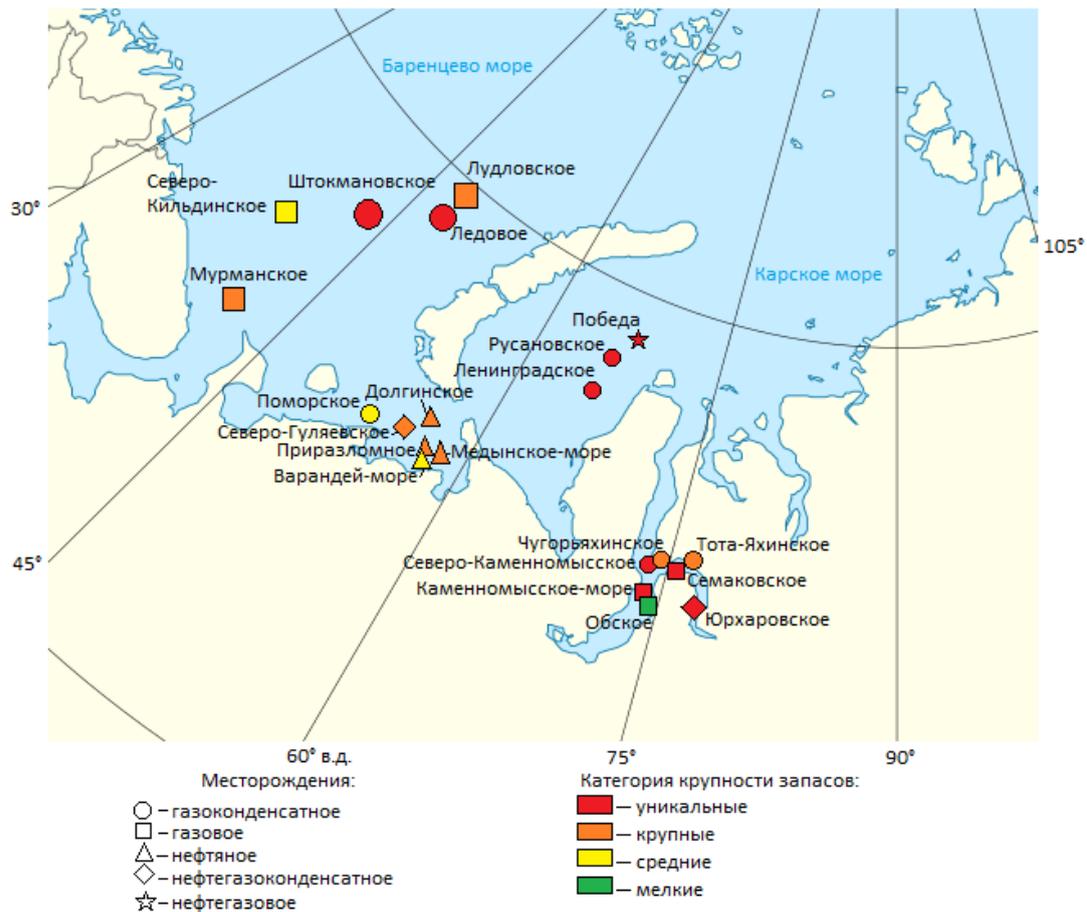


Рис. 1. Основные месторождения арктического шельфа России и их геологические характеристики (Составлено авторами по данным: [6, 7])

В целом наибольшие объёмы углеводородного сырья приходятся на Карское море – 58%, на Баренцево море приходится 31%, а на Печорское море, не смотря на его огромные запасы по части нефти, приходится 11% всего углеводородного сырья арктического шельфа. В арктических морях России добыча минеральных ресурсов имеет ряд особенностей, главным образом за счет климатических условий и существования ледяного покрова. Льды в Баренцевом море существуют около 7 месяцев и могут превышать толщину в 2 метра, также они крайне подвижны, в результате чего из-за сжатия образуются скопления обломков льда (торосы). Таким образом, применение стандартных подходов к разработке месторождений, а также к проведению геологоразведочных работ невозможно из-за постоянного движения ледяных полей.

Основной перечень исследуемых параметров ледяного покрова для различных стадий освоения шельфовых районов определен нормативными документами СП-11-114—2004 [8] и ISO 19906, однако может быть существенно расширен в соответствии с требованиями организаций, осуществляющих проектирование морского нефтегазового гидротехнического сооружения.

Согласно СП-11-114—2004 [8], в комплекс ледовых наблюдений включаются исследования следующих характеристик: 1) дат ледовых фаз; 2) морфометрических параметров и внутренней структуры ледяного покрова и торосов; 3) динамических характеристик ледяного покрова (скорости и роз дрейфа льда) и пространственного распределения ледяных образований; 4) физико-механических свойств льда; 5) характеристик погоды (температуры воздуха, скорости и

направления ветра и др.) и водных масс (температуры и солености воды, скорости течений, изменчивости уровня). Дополнительным важным моментом является исследование возможности появления в акватории айсбергов, их морфологических и динамических параметров [9].

В данной работе ограничимся исследованием пространственно-временной структуры условий формирования ледяного покрова Баренцева моря.

Баренцево море является самым западным из всех арктических морей России, основные черты климата определяются связью с Атлантическим океаном и Центральным арктическим бассейном. Его главные особенности заключаются в большой площади и значительном влиянии Нордкапского течения – продолжения теплого атлантического течения Гольфстрим.

Баренцево море никогда полностью не покрывается льдом, в течение года около 1/4 площади моря остаётся незамерзшей. Это происходит благодаря влиянию теплого атлантического течения на западную и юго-западную часть моря. Таким образом, в Баренцевом море наблюдаются льды местного происхождения. В центральной части и на юго-востоке моря это однолетние льды, которые образуются осенью и зимой, а весной и летом подлежат регрессии. Лишь на крайнем севере и северо-востоке, куда спускаются отроги океанического ледяного массива, встречаются старые льды, в том числе и арктический пак [10].

Главным образом в море распространены плавучие льды, между ними встречаются айсберги. Районы концентрации последних находятся у Новой Земли, Земли Франца-Иосифа, и у Шпицбергена по той причине, что айсберги образуются путем откалывания глыб от ледников расположенных у моря на этих островах. Редко айсберги уносит течениями далеко на юг к побережью Мурманска. Обычно они не более 25 метров в высоту и 600 метров в ширину.

Исходя из данных графика (рис. 2) можно отметить, что ход изменчивости ледяного покрова в море относительно плавный в течение сезонов. Пик накопления льдов приходится на весну, в среднем площадь льдов в это время составляет 820 тыс. км² (57,5%), наибольшая ледовитость же в большинстве случаев приходится на апрель. Затем площадь льдов уменьшается, достигая своего минимума в сентябре, и в среднем с 1979 по 2022 год она составляет 85-90 тыс. км² (6,3%) в этом месяце.

Для дальнейшего анализа были использованы архивные данные Мирового центра данных по морскому льду (МЦД МЛ) ААНИИ [3], полученные посредством дистанционного зондирования Земли. Активное внедрение спутниковых данных в оперативную практику данным центром началось в 80-х годах XX века. Данные тринадцати метеорологических спутников поступают на пункты приёма информации ААНИИ в режиме непосредственной передачи [11]. С 1996 г. данные спутников серии NOAA принимаются антенной, расположенной на крыше здания ААНИИ в Санкт-Петербурге. Здесь же с 2004 по 2017 г. осуществлялся приём информации со спутника Terra. С 2013 года антенный комплекс в посёлке Баренцбург (арх. Шпицберген) непрерывно ведёт приём и автоматическую обработку данных в видимом и диапазонах со спутников NOAA, MetOp, Terra, Aqua, Suomi NPP, Fengyun. При составлении ледовых карт используются также радиолокационные изображения спутников Sentinel-1 и данные пассивной радиометрии AMSR2 из открытых источников [12]. Данный комплекс получения первичной информации позволяет ледовым экспертам разрабатывать обзорные региональные карты, которые использовались в настоящей работе.

Исходя из анализа массива данных фактической площади ледяного покрова Баренцева моря с 1979 по 2022 год, можно выделить три аномальных года, отличающихся от общей картины распределения площадей льда. В 1979 году на зимний и весенний сезоны приходилось 1150-1170 тыс. км² (82,1%) общей площади льда, что является наивысшим показателем за все рассматриваемые годы измерений в холодный сезон. В теплый сезон, когда отмечаются минимальные показатели площади льда, в 1982 году их площадь оставалась значительной, в августе и сентябре она составляла 260 и 230 тыс. км² (18,2% и 16,1%) соответственно.

Кривая наименьшей площади льдов за все анализируемые годы в холодный период приходится на 2016 год, тогда, в самом ледовитом месяце – апреле, площадь составляла 368,8 тыс. км² (25,8%). Аналогично, теплый период времени года с наименьшими показателями площади ледяного покрова приходится на этот же год и составляет всего 1,3 тыс. км² (0,09%).

Рассмотрим более детально условия формирования ледовой обстановки в районе исследований в 2016 году. Если взять за опорный пункт город Мурманск, расположенный на побережье Баренцева моря, опираясь на данные среднемесячных температур воздуха за период с

2002 года по 2022 год (табл. 1), можно сделать вывод, что 2016 год относительно среднегодовой температуры выделяется как теплый, но в целом, соответствует среднелетним показателям.

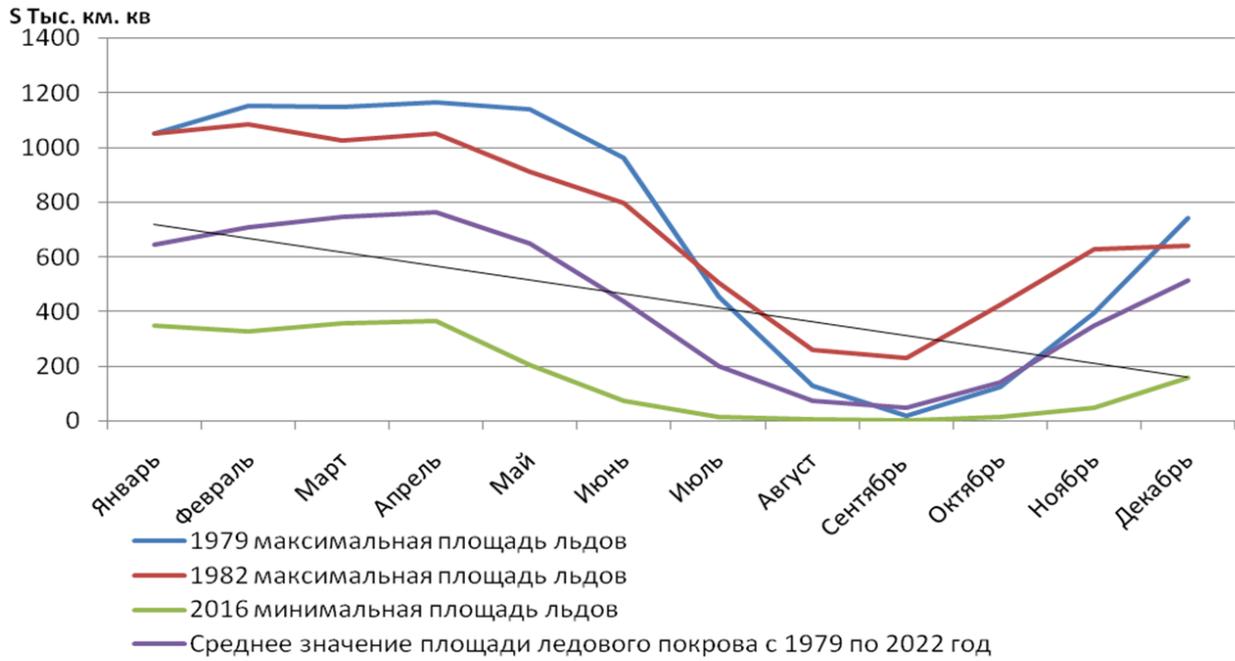


Рис. 2. Динамика ледового покрова в Баренцевом море в период с 1979 года по 2022 год
Составлено авторами по данным: [3]

Таблица 1.
Средние месячные и годовые температуры воздуха в городе Мурманск

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Ср/год
2002	-9.6	-9.0	-6.6	1.2	4.5	9.1	14.3	10.1	5.5	-0.7	-8.9	-11.4	-0.1
2003	-15.9	-4.7	-2.8	-0.3	5.6	6.6	15.4	11.7	7.6	1.7	-1.0	-7.4	1.4
2004	-8.9	-10.6	-4.2	0.9	4.6	8.7	17.5	12.7	7.8	1.5	-5.3	-4.6	1.7
2005	-6.9	-7.1	-7.8	-0.7	4.3	10.9	13.3	13.1	7.9	4.2	0.2	-7.3	2.0
2006	-7.1	-10.8	-8.0	1.8	5.6	11.4	11.9	11.8	6.5	-0.1	-6.0	-3.3	1.1
2007	-8.7	-16.8	-0.6	0.4	4.2	8.5	11.5	13.2	7.4	5.1	-3.4	-1.6	1.6
2008	-5.5	-6.6	-6.8	-2.0	3.0	9.0	11.9	9.0	6.1	2.5	-4.0	-2.7	1.2
2009	-8.5	-11.2	-6.0	-1.1	4.9	8.2	11.0	11.8	8.8	0.4	-1.8	-8.7	0.7
2010	-12.2	-12.4	-7.9	1.6	6.2	9.0	14.0	10.3	8.0	2.9	-6.3	-9.8	0.3
2011	-11.3	-16.6	-3.5	2.1	5.6	11.3	14.1	11.0	9.4	4.1	-1.0	-2.1	1.9
2012	-9.5	-11.1	-3.5	-0.3	6.3	9.6	12.3	10.2	7.9	1.9	-2.3	-12.1	0.8
2013	-6.5	-7.6	-9.6	0.4	7.9	13.9	14.7	14.3	9.6	1.1	-3.4	-5.8	2.4
2014	-13.4	-4.2	-2.6	-0.2	4.2	8.3	13.6	12.7	7.6	0.2	-3.1	-7.2	1.3
2015	-11.8	-5.7	-0.9	0.9	6.9	9.8	9.9	12.5	9.6	2.6	-2.1	-5.8	2.2
2016	-16.5	-5.0	-2.4	1.8	8.9	10.5	16.1	12.5	8.6	3.5	-3.9	-4.9	2.4
2017	-7.9	-7.6	-3.5	-2.1	2.0	6.8	14.2	11.2	7.4	1.9	-3.8	-8.0	0.9
2018	-9.4	-10.6	-8.0	0.2	7.6	9.3	18.1	12.8	9.0	1.5	-0.1	-5.4	2.1
2019	-12.2	-9.5	-5.1	1.9	4.6	8.6	10.7	10.7	8.3	-0.9	-6.4	-4.5	0.5
2020	-8.7	-5.8	-3.8	-1.0	5.0	10.7	15.7	11.7	8.6	3.0	0.2	-5.4	2.5
2021	-11.1	-12.9	-4.4	1.8	3.6	13.1	14.0	11.8	6.1	2.0	-5.5	-9.2	0.8
2022	-8.0	-7.6	-2.9	-0.3	4.8	11.5	15.9	14.8	7.5	3.5	-2.1	-7.3	2.5

Составлено авторами по данным: [4]

Следовательно, на уменьшение площади льда повлияла температура воды, а если точнее, то температура её поверхностного слоя (рис. 3), что видно из рядов среднемесячных аномалий температуры воды на глубинах 5, 55, 98, 149, 207 м. Начиная с 2000 года, средняя температура воды Баренцева моря на глубинах 5 м и 55 м не опускалась ниже 0°C, а в 2013 и 2016 году температура поверхностного слоя воды в теплый период поднималась выше 8°C [13]. Также из графика видно, что начиная с 2003 года, температуры воды на отметке в 5 м не опускались ниже -1,75°C. Можно предположить, что под продолжительным воздействием высоких температур воды ледяной покров в 2016 году имел рекордно малые площади.

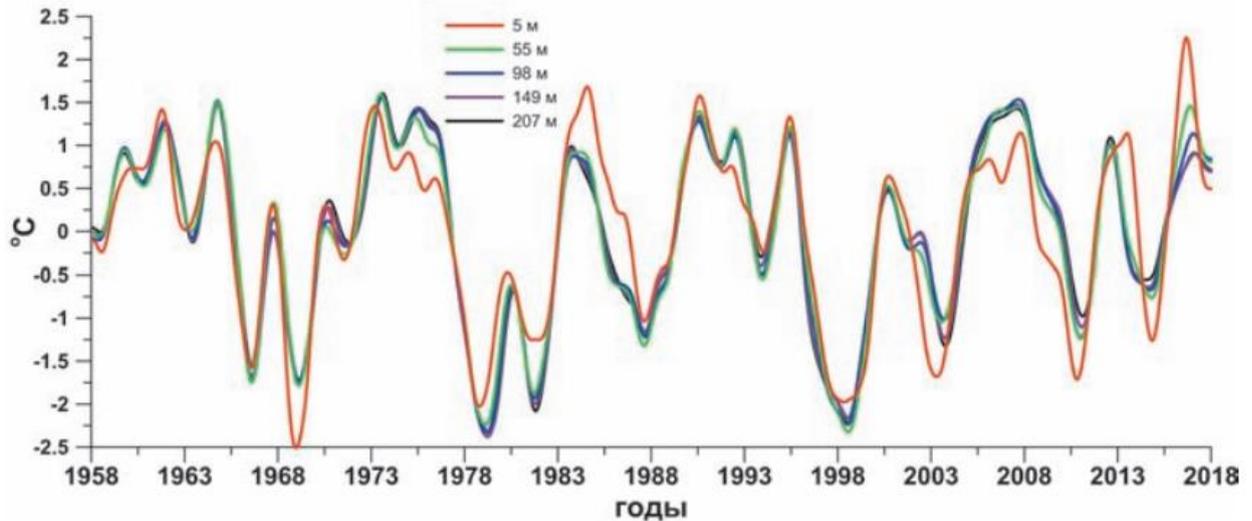


Рис. 3. Ряды среднемесячных аномалий температуры Баренцева моря на глубинах 5, 55, 98, 149 и 207 м, [13]

В последние десятилетия в Баренцевом море начиная с 2008 года наблюдается тенденция к снижению площади ледяного покрова, однако в рамках сезонов года общая картина остаётся постоянной: максимум льдов отмечается в начале весны, минимум – в конце лета - начале осени (рис. 4).

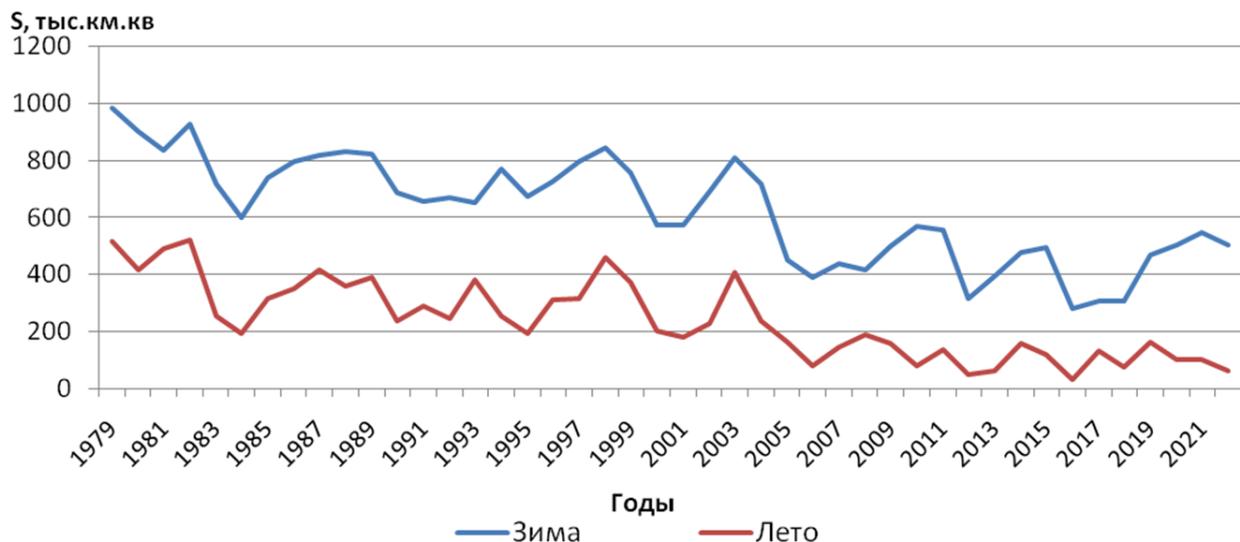


Рис. 4. Средние многолетние показатели площади ледяного покрова за летний и зимний период с 1979 по 2022 гг. в Баренцевом море

В пределах рассматриваемой акватории основными добываемыми минеральными ресурсами являются нефть и газ. Подавляющая часть нефтегазового ресурса арктических морей, как уже было описано ранее, находится в западной части, а в восточной сосредоточены так называемые предполагаемые или условные неразведанные запасы [15].

Для добычи нефти и газа обычно возводят специализированные платформы (стационарные и плавучие) или искусственные острова. Однако, при возведении искусственных островов, что является надводным способом добычи, есть большой риск повреждения сооружений или разрушения самих островов под действием ледяной и волновой эрозии. В случае разлива нефти стандартные способы ликвидации аварии не работают в результате того, что нефтяное пятно может проникнуть под лед.

Частичное решение проблемы промышленного обустройства месторождений в условиях сплошного ледяного покрова возможно при реализации технологий, основанных на подводном заглублении эксплуатационных скважин, их подводном обустройстве с использованием манифольдов и подключением этой части эксплуатационного фонда (добывающие и нагнетательные скважины) к производственно-технологическому комплексу, расположенному на технически доступных глубинах (гравитационная платформа или искусственное насыпное сооружение, естественное основание – остров или материк). Однако данные технологические решения имеют пространственные ограничения, связанные с максимальной допустимой протяженностью подводных магистралей, что обусловлено потерями давления в них [16].

Учитывая все нюансы, оптимальный вариант извлечения нефти и газа в данных условиях – подводный, с полной изоляцией скважины от океанической толщи. Способ представляет собой использование систем с полной изоляцией подводных скважин, устья которых расположены на морском дне.

Подводное устьевое оборудование представляет собой комплекс специальных механизмов, устройств и систем, обеспечивающих при бурении разведочных скважин механическую связь буровой установки, находящейся на плавучем основании, с устьем скважины, расположенном на дне моря. Сверху над устьями может быть установлена стационарная или плавучая технологическая платформа.

В России обычно сочетают надводную добычу с подводной. При этом надводную часть устанавливают на ледостойких платформах. Платформы массой порядка 500 тыс. т устанавливаются непосредственно на дне. Вокруг основания ее формируют мощную каменную насыпь, чтобы грунт не размывало [17]. Также на платформе обычно устанавливают автоматизированную систему, которая в случае аварии перекроет все скважины во избежание утечки нефти или газа. Несмотря на повышенную стоимость технологии подводной добычи, она является ведущей и перспективной в морях Российской Арктики.

Сегодня испытанных технических решений, связанных с освоением углеводородного потенциала на глубинах моря более 50 м в условиях сложной ледовой обстановки, в мировой практике не существует. Огромные ледовые нагрузки, связанные с их движением, исключают использование почти всех даже современных вариантов технологий. Прорабатываются отдельные элементы технических решений для подобных условий, однако не ясны ни сроки их реализации, ни степень полноты и комплексности решений, которые требуются в подобных физико-географических условиях. Это не позволяет оценить не только технологическую эффективность подобных разработок, но и охарактеризовать их капиталоемкость и объем эксплуатационных затрат, без чего геолого-экономическая оценка проектов невозможна [6].

Острота отмеченной проблемы относится в первую очередь к формированию эксплуатационного фонда скважин, поскольку при современном уровне развития технологий и технического оснащения специализированных буровых платформ строительство поисково-разведочных скважин с их полноценным испытанием гарантированно осуществляется в течение 2–3 месяцев, то есть в безледовый период [6].

Стоит также учесть проблемы транспортировки углеводородов. При сложной ледовой обстановке вокруг платформы необходимо озаботиться вопросом её обеспечения нефтеналивными или СПГ-танкерами с ледовым классом для вывоза продукта. Подобные суда будут гораздо сложнее в строительстве в техническом плане, а так же, очевидно, гораздо дороже в обслуживании.

На данный момент не существует эффективных и оправданных технологий устранения разливов нефти или выбросов газа в тяжелых ледовых арктических условиях, учитывая то, что льды всё еще сохраняются в этом регионе до 9 месяцев, это остаётся открытым и важным вопросом.

ВЫВОДЫ

Установлено, что за исследуемый период площадь ледяного покрова устойчиво сокращалась, особенно в летний сезон, причём в последнее десятилетие (2012–2022 гг.) скорость её уменьшения заметно возросла. Сокращение площади льда происходило неравномерно по сезонам года. Также в изменении площади льда Баренцева моря за ряд наблюдений с 1979 по 2022 гг. наблюдается значительная межгодовая изменчивость. Многолетние изменения площади льда проявляются в наличии устойчивой тенденции к уменьшению, которая хорошо аппроксимируется линейным отрицательным трендом, составляющим 48 тыс. км² в год.

В целом, уменьшение площади ледяного покрова создает перспективы развития добычи минеральных ресурсов в пределах шельфа арктических морей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грязнов, С.Н. Обеспечение комплексной безопасности при освоении ресурсной базы Арктической зоны Российской Федерации / С.Н. Грязнов, В.П. Малышев // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2007. – №12. – С.47-54.
2. Моргунова, М. О. Энергия Арктики. Глава IV Ресурсы Арктики / М.О. Моргунова А.Я. Цуневский; под научн. ред. В.В. Бушуева. – М.: ИЦ «Энергия», 2012. – С. 38-53.
3. ААНИИ WDC Sea-Ice [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wdc.aari.ru/datasets/ssmi/data/north/extent/> (дата обращения: 10.12.2023).
4. Средние месячные и годовые температуры воздуха в Мурманске [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/22113.htm> (дата обращения: 24.11.2023).
5. Верещацкая, И.А. Проблемы освоения месторождений углеводородов на шельфе Балтики и арктическом шельфе / И.А. Верещацкая, Е.А. Гаврилова // Молодой ученый. – 2022. - № 43. – С. 217-221.
6. Арктический нефтегазоносный шельф России на этапе смены мирового энергетического базиса // Электронный общественно-деловой научный журнал «Энергетическая политика». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://energypolicy.ru/arkticheskij-neftegazonosnyj-shelf-rossii-na-etape-smeny-mirovogo-energeticheskogo-bazisa/regiony/2021/09/15/> (дата обращения: 02.12.2023).
7. Руденко, М.Н. Проблемы и перспективы обработки и интерпретации материалов бурения глубоких скважин на шельфе Арктики и его островном окружении / М.Н. Руденко, А.В. Русинович, С.В. Карпова; под ред. В.Д. Каминского, Г.П. Аветисова, В.Л. Иванова // 70 лет в Арктике, Антарктике и Мировом океане : сб. науч. трудов. – СПб.: ВНИИ Океангеология, 2018. – С. 267-274.
8. СП 11-114-2004. Инженерные изыскания на континентальном шельфе для строительства морских нефтегазопромысловых сооружений. Свод правил. – Введ. 2004-07-01. – М.: ФГУП "ГНИИИС" Госстроя России, 2004. – 45 с.
9. Политько, В.А. Исследуемые характеристики льда, необходимые для определения ледовых нагрузок / В.А. Политько, И.Г. Кантаржи // Вестник МГСУ. – 2015. - № 12. – С. 106-117.
10. Крыленко, М.В. Научное обеспечение сбалансированного планирования хозяйственной деятельности на уникальных морских береговых ландшафтах и предложения по его использованию на примере Азово-Черноморского побережья: в 4 кн. Кн. 4. Моря арктического бассейна / М.В. Крыленко, В.В. Крыленко. – М.: ИО РАН им. П.П. Ширшова, 2013. – 590-761 с.
11. Соколова, Ю.В. Центр приёма спутниковой информации ААНИИ на Шпицбергене / Ю.В. Соколова // Российские полярные исследования. – 2019. – Т. 1, № 35. – С.19-20.
12. Афанасьева, Е.В. Методика составления ледовых карт ААНИИ / Е.В. Афанасьева, Т.А. Алексеева, Ю.В. Соколова и др. // Российская Арктика. – 2019. – №7. – С.5-20.
13. Серых, И.В. О климатических изменениях температуры Баренцева моря и их возможных причинах / И.В. Серых, А.Г. Костяной // Система Баренцева моря. – М.: Изд-во ГЕОС, 2021. – Гл. 4. – С. 166-179.
14. Бузин, И.В. Айсберги и ледники Баренцева моря: Исследования последних лет. Часть 1. Основные продуцирующие ледники, распространение и морфометрические особенности айсбергов

/ И.В. Бузин, А.Ф. Глазовский, Ю.П. Гудошников и др. // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2008. – №1(78). – С.66-80.

15. Добыча углеводородов в Арктике: риски и перспективы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://novostienergetiki.ru/dobycha-uglevodorodov-v-arktike-riski-i-perspektivy/> (дата обращения: 03.01.2024).

16. Скляр, М.И. Штокмановское газоконденсатное месторождение: проблемы и перспективы освоения / М.И. Скляр // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2007. – №12. – С.47-54.

17. В условиях вечной мерзлоты: как добывают нефть и газ в Арктике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arctic-russia.ru/article/v-usloviyakh-vechnoy-merzloty-kak-dobivayut-neft-i-gaz-v-arktike/> (дата обращения: 27.12.2023).

STUDY OF THE SPATIAL AND TEMPORAL STRUCTURE OF THE CONDITIONS FOR THE FORMATION OF THE BARENTS SEA ICE COVER IN ORDER TO ENSURE INDUSTRIAL SAFETY AT HYDROCARBON PRODUCTION FACILITIES

¹Falakhova P.Ya., ²Osadchaja L.I.,

^{1,2}Sevastopol State University, Sevastopol, Russian Federation

Annotation. The paper analyzes the ice situation during the development of the deep-sea shelf of the Arctic seas based on an in-depth study of the spatial and temporal structure of the conditions for the formation of the ice cover of the Barents Sea. It has been revealed that since 2008 there has been a tendency to decrease the area of the ice cover, however, within the framework of the seasons, the overall picture remains constant: the maximum of ice is observed in early spring, the minimum is in late summer – early autumn. The tendency to decrease the area of ice is associated with an increase in the temperature of the surface layer of water in the sea.

Keywords: Barents Sea, industrial safety, ice cover, shelf, production, hydrocarbons.

УДК 691.175: 591.342.5

БИОДЕГРАДАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ ГУСЕНИЦАМИ МАЛОЙ ВОСКОВОЙ МОЛИ (*ACHROIA GRISELLA*) (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ СВЕДЕНИЙ)

Шайхиев И.Г.¹, Дроздов И.А.²

¹Казанский национальный исследовательский технологический университет, 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 68,
e-mail: ildars@inbox.ru

²Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46

Аннотация. Актуальность. Проблема накопления труднодеградируемых полимерных материалов в объектах окружающей природной среды является одной из главнейших экологических задач современности. Спонтанно попадающие в окружающую среду изделия из различных полимеров имеют долгие сроки разложения, что негативно влияет на живые организмы. Существующие способы утилизации и регенерации полимерных изделий не являются оптимальными в настоящее время. Определено, что одним из способов утилизации пластических масс является биodeградация за счет поглощения последних личинками некоторых насекомых.

Цель. Обобщить литературные сведения по биodeградации полимерных материалов (полиэтилен, пенополистирол) гусеницами малой восковой моли (*Achroia grisella*). Привести краткие сведения об объемах производства полимерных материалов в мире, а также методах их утилизации, регенерации и рекуперации. Привести краткие сведения о морфологии и жизненных циклах развития насекомого.

Результаты. Проведен обзор литературных источников по биоразложению полиэтилена и пенополистирола гусеницами *Achroia grisella*. Показано, что гусеницы насекомого могут питаться полиэтиленовой пленкой и пенополистиролом, разлагая последние и способствуя их биodeградации.

Новизна. Обобщены мировые сведения о биodeградации полимерных материалов гусеницами малой восковой моли.

Ключевые слова: *Achroia grisella*, гусеница, полимеры, биodeградация

ВВЕДЕНИЕ

Разложения пластиков в объектах окружающей среды в настоящее время является одной из приоритетнейших проблем современности. Человечество вплотную столкнулось с тем, что бытовые полимерные отходы, попадая в объекты окружающей природной среды (литосфера, гидросфера), не разлагаются, а накапливаются из-за длительного периода времени биodeградации [1].

На сегодняшний день во всем мире произведено более 9200 млн. тонн пластика. Из них 6900 млн. тонн, после потери потребительских свойств, не подверглись какой-либо переработке, что привело к накоплению на полигонах бытовых отходов или рассеиванию в окружающей среде [2]. Особую проблему вызывает попадание пластика в воды Мирового океана, приводящее к угнетению жизнедеятельности макрогидробионтов [3].

В открытой среде куски макропластиков подвергаются воздействию химических, биологических, физических и механических процессов, что приводит к изменению типичных свойства пластика, таких как структура и целостность. В результате крупные пластмассы разлагаются в мельчайших пластиковых фрагментах в окружающей среде, превращаясь в микропластик [4]. Последний, по трофическим цепям попадает в живые организмы, угнетая их жизнедеятельность.

Основными объектами накопления потерявших потребительские свойства пластиков являются полигоны по хранению бытовых отходов на суше и скопления изделий из пластмасс на поверхности Мирового океана, так называемые «пластиковые острова». Выявлено, что до 10 % пластиковых отходов заканчивает свой путь в водах Мирового океана [5].

Управления отходами сводится к трем направлениям: утилизация, в том числе энергетическая, вторичное использование и переработка. Все они не являются оптимальными, особенно для окружающей среды [5]. Существует множество способов утилизации полимерных отходов и материалов, потерявших свои потребительские свойства, таких как, крекинг и пиролиз, сжигание, газификация, плазменная газификация, гликолиз, гидролиз, аминолиз, гидрирование, сольволиз [6-9] и др. Все перечисленные методы приводят к потере потребительских свойств полимерных материалов с получением вторичной энергии. Вторичное использование предполагает многократное употребление полимерной тары [10]. Это наиболее рациональный путь использования полимерных отходов, который снижает нагрузку на окружающую среду. Полимерные изделия, потерявшие потребительские свойства, возможно перерабатывать и

полученное сырье использовать многократно. Общеизвестно, что некоторые полимеры, в частности, такие как полиэтилен, пропилен, полиэтилентерефталат и др. в процессе переработки не теряют физико-химические свойства в результате многократных процессов рециклинга [11].

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Относительно недавно выявлено, что личинки и гусеницы некоторых насекомых могут использовать полимеры в качестве источника пищи, способствуя их биодegradации и разложению под действием микроорганизмов кишечного тракта [12]. В частности, личинки желтого мучного хрущака (*Tenebrio molitor*) [13-15], жука-чернотелки (*Zophobas morio*) [16-18], гусеницы большой восковой моли (*Galleria mellonella*) [19-21] и некоторых других насекомых, эффективно разлагают полимерные материалы в процессе питания последними.

Также выявлено [22], что способностью поглощать пластмассы обладают также гусеницы малой восковой моли (*Achroia grisella*) - вид небольшой бабочки из семейства пядениц (Pupalidae), принадлежащий к подсемейству Galleriinae (рисунок 1а). Вид был впервые описан Фабрициусом в 1794 году. Взрослые особи имеют серебристый, серый или бежевый цвет с желтой головой. Они тонкие и имеют длину 13 мм с размахом крыльев 13 мм [23]. Гусеницы достигают около 20 мм в длину и имеют узкие белые тела с коричневой головой (рисунок 1б). Средняя продолжительность стадии яйца, личинки и куколки составила 3,6, 30,7 и 7,7 дней, соответственно. Личиночный период значительно варьировал у самцов и самок, в среднем 29,8 и 31,4 дня, соответственно. Средняя продолжительность жизни имаго значительно варьируется между самцами и самками. Самцы живут почти в два раза дольше самок, их средняя продолжительность составляла 13,0 и 7,5 дней, соответственно [24]. Малые восковые моли распространены в большинстве частей мира, за исключением районов с холодным климатом.



а) б)
Рис. 1. *Achroia grisella*: а) взрослая моль; б) гусеница

Кормление происходит только на этапе жизни гусеницы, которые питаются слабыми пчелиными семьями. Гусеницы моли предпочитают питаться личинками медоносных пчел, куколками и пыльцой, но также питаются медом [25]. Количество пищи, которую могут съесть гусеницы *Achroia grisella*, зависит от количества материала, который произвела пчелиная семья, а также от количества поколений моли, которые сохранились на одних и тех же сотах с момента начала первоначального заражения [23]. Личинкам требуется в среднем от шести до семи недель, чтобы полностью развиться, но им может потребоваться и до пяти месяцев.

Определено, что гусеницы малой восковой моли могут поглощать полиэтиленовые (ПЭ) пленки и другие пластики (пенополистирол – ППС) и использовать их в качестве источника пищи [26, 27]. Так, в работе [28] оценивалось влияние дополнительного питания на деградацию ПЭ с использованием восковых сот в качестве сопутствующего корма (диета ПЭ-ВС). Первоначально время инкубации личинок насекомого составило 8 дней; количество особей в каждой группе – 100 шт. Определено, что убыль массы восковых сот и ПЭ в результате поглощения гусеницами *Achroia grisella* составили 90,5 % и 43,3 %, соответственно. Добавление сот в рацион ПЭ для питания

гусениц способствовало усилению деградации ПЭ до 69,6 %, что больше на 26,6 %, чем при поглощении ПЭ пленок. При проведении экспериментов в течение 28 дней, показатели выживаемости гусениц, питавшихся сотами, ПЭ и ПЭ-ВС диетами, составили 91,3 %, 74,6 % и 86 %, соответственно. Анализ остатков полимера в экскрементах гусениц, поглотивших ПЭ, с помощью ИК- и ¹H ЯМР спектроскопии показал образование новых функциональных органических групп (C=O и –OH), что подтверждает биodeградацию ПЭ в кишечном тракте личинок. Кроме того, зафиксировано увеличение ненасыщенных углеводородов, что указывает на образование промежуточных продуктов биodeградации полимера. Также определено, что *Achroia grisella*, питавшаяся тремя диетами, завершила все стадии жизненного цикла (личинки, куколки, моль и яйца), развиваясь во второе поколение. Гусеницы *Achroia grisella* второго поколения, питавшиеся диетой ПЭ-ВС, эффективно разрушают ПЭ наравне с особями первого поколения [28].

Гусеницы *Achroia grisella* показали способность потреблять ПЭ низкого давления (ПЭНД) в качестве единственного источника питания со скоростью деградации 2,96 мг в день на 1 личинку и уровнем выживаемости при этом 81 %. Выявлено, что скорость деградации ПЭНД из-за активности гусениц моли 2-го поколения была значительно выше, чем у особей 1-го поколения на 28,4%. Гусеницы насекомого показали более чем 97 % минерализации углерода ПЭНД в экскременты, биомассу и CO₂ с эффективностью 62,3 %, 2,6 % и 32,3 %, соответственно [29]. Определены 2 вида бактерий из кишечника гусениц, питающихся ПЭ, участвующие в биodeградации полимера и идентифицированные как *Citrobacter freundii* и *Bacillus sp.* [29].

В работе [30] изолировались и культивировались бактерии из кишечника личинок *Achroia grisella* и наблюдали их воздействие на полиэтилен высокой плотности при инкубации в течение 7, 14, 21 и 25 дней. Однако, вопреки ожидаемому, наблюдалось некоторое увеличение средней массы ПЭ пленки после биodeградации в кишечнике гусеницы. Аналогичный эффект, в частности, наблюдался и при биodeградации ПЭ личинками жука-чернотелки (*Zophobas morio*) [31, 32].

50 гусениц большой восковой моли (*Galleria mellonella*) или *Achroia grisella*, которым вводили антибиотики (1 группа), вместе с особями названных насекомых, которым не давали антибиотики (2 группа), кормили пленками ПЭНД в течение 48 часов. Исследования после деградации пленок ПЭНД гусеницами *Galleria mellonella* и *Achroia grisella* выявили потерю веса полимерной пленки в 2,763 %, 0,789 %, 5,403 % и 1,481 % для 1 и 2 экспериментальных групп, соответственно. Для того, чтобы наблюдать за ростом личинок во время потребления ПЭНД, авторами проводились замеры масса тела гусениц. Найдено, что масса тела гусениц *Galleria mellonella* до голодания, после голодания и после биodeградации для составила 0,0734 г, 0,0730 г, 0,0808 г, тогда как для гусениц *Achroia grisella* данный показатель составил 0,0762 г, 0,0760 г и 0,0762 г, соответственно. Для гусениц *Galleria mellonella*, а также *Achroia grisella* из 2 группы, масса тела до голодания, после голодания и после биodeградации составила 0,0702 г, 0,0701 г, 0,0624 г и 0,0312 г, 0,028 г и 0,024 г, соответственно. Сделан вывод, что оба вида показали довольно схожую способность к биodeградации; однако определено, что гусеницы *Galleria mellonella* более эффективно биodeградируют ПЭ пленки [33].

Изучались стадии жизненного цикла и продолжительность каждой стадии трех насекомых, питающихся пчелиным воском (*Galleria mellonella*, *Achroia grisella* и жуков-чернотелок рода *Uloma*) в лабораторных условиях. Личинки насекомых трех видов получали в качестве корма ПЭНД или пенополистирол (ППС). Измерялась потеря веса корма из пчелиного воска, ПЭ и ППС в зависимости от времени, вызванная потреблением трех личинок насекомых. Большие и малые восковые черви начинали биodeградировать ПЭНД и ППС сразу после начала эксперимента. Определено, что активность гусениц восковых червей была высокой и создавала отверстия в образцах ПЭНД и ППС, в то время как личинкам *Uloma sp.* требовалось время, чтобы начать кормление. Активность питания трех видов личинок названных видов насекомых привела к уменьшению массы образцов ПЭ и ППС. От начальных 4,0 г ПЭНД или ППС, которыми откармливали гусениц *Galleria mellonella*, общий процент потери веса в конце эксперимента составил 81,6 % (3,26 г) и 69,8 % (2,79 г), соответственно. Для гусениц *Achroia grisella* данный показатель составил 48,9 % (1,95 г) для ПЭНД и 39,5 % (1,58 г) для ППС. Для личинок *Uloma sp.* названные показатели составили 16,4 % (0,65 г) и 18,5 % (0,74 г), соответственно. Очевидно, что названные образцы пластика более эффективно поглощались гусеницами большой восковой моли, хуже всех – личинками жуков-чернотелок. Обнаружено, что личинки насекомых выживают на пластиковой диете, но при этом наблюдалось снижение массы тела по сравнению с особями,

питающимися пчелиным воском. Сделан вывод, что личинки насекомых, которые переваривают пластики, могут помочь устранить глобальное загрязнение пластиковыми отходами [34].

ВЫВОДЫ

Проведен анализ литературных источников по биодegradации пластических масс гусеницами малой восковой моли (*Achroia grisella*). Показано, что гусеницы насекомого могут поглощать пленки полиэтилена и пенополистирола, способствуя их биодegradации. Кратко приведены сведения об объемах производства пластических масс и возможных путях их утилизации и рекуперации. Также приведены сведения о морфологии имаго и личинок насекомого.

ЛИТЕРАТУРА

1. Li, P. Characteristics of plastic pollution in the environment: a review / P. Li, X. Wang, M. Su, X. Zou, L. Duan, H. Zhang // *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. - 2021. - Vol. 107. - P. 577-584.
2. Singh, N. Plastic recycling: A panacea or environmental pollution problem / N. Singh, T.R. Walker // *NPJ Materials Sustainability*. - 2024. - Vol. 2. - No 1. - Article 17. - P. 1-7.
3. Alimba, C.G. Microplastics in the marine environment: Current trends in environmental pollution and mechanisms of toxicological profile / C.G. Alimba, C. Faggio // *Environmental Toxicology and Pharmacology*. - 2019. - Vol. 68. - P. 61-74.
4. Thushari, G.G.N. Plastic pollution in the marine environment / G.G.N. Thushari, J.D.M. Senevirathna // *Heliyon*. - 2020. - Vol. 6. - No 8. - P. 1-16.
5. Потапова, Е.В. Проблема утилизации пластиковых отходов / Е.В. Потапова // *Известия Байкальского государственного университета*. - 2018. - Т. 28. - № 4. - С. 535-544.
6. Davidson, M.G. Developments in the life cycle assessment of chemical recycling of plastic waste – A review / M.G. Davidson, R.A. Furlong, M.C. McManus // *Journal of Cleaning Production*. - 2021. - Vol. 293. - Article. 126163. - P. 1-12.
7. Liu, Y. Chemical recycling methods for managing waste plastics: a review / Y. Liu, J. Shi, H. Jin, L. Guo // *Environmental Chemistry Letters*. - 2024. - Vol. 22. - No 1. - P. 149-169.
8. Кашеев, Р.Л. О способах утилизации и переработки пластиковых отходов / Р.Л. Кашеев, Г.В. Макачук, Т.П. Лазарева // *Актуальные проблемы военно-научных исследований*. - 2020. - № 11. - С. 515-523.
9. Ковалева, Н.Ю. Пиролиз пластиковых отходов. Обзор / Н.Ю. Ковалева, Е.Г. Раевская, А.В. Рошин // *Химическая безопасность*. - 2020. - Т. 4. - № 1. - С. 48-79.
10. Алексеева, А.В. О возможности многократного использования различных видов полимерной тары (обзор литературы) / А.В. Алексеева, И.С. Евсеева, О.В. Ушакова, Л.Ю. Трегубова // *Гигиена и санитария*. - 2022. - Т. 101. - № 5. - С. 527-531.
11. Кудина, Е.Ф. Методы утилизации и рециклинга полимерных композиционных материалов / Е.Ф. Кудина, К.В. Ефимчик // *Полимерные материалы и технологии*. - 2022. - Т. 8. - № 4. - С. 77–86.
12. Cline, D.L. Penetration of seven common flexible packaging materials by larvae and adults of eleven species of stored-product insects / D.L. Cline // *Journal of Economic Entomology*. - 1978. - Vol. 71. - No 5. - P. 726-729.
13. Bulak, P. Biodegradation of different types of plastics by *Tenebrio molitor* insect / P. Bulak, K. Proc, A. Pytlak, A. Puszka et al. // *Polymers*. - 2021. - Vol. 13. - No 20. - Article 3508. - P. 1-16.
14. Yang, S.S. Biodegradation of plastics in *Tenebrio* genus (mealworms) / S.S. Yang, W.M. Wu // *Microplastics in Terrestrial Environments: Emerging Contaminants and Major Challenges*. - 2020. - P. 385-422.
15. Jin, L. Effect of biodegrading polyethylene, polystyrene, and polyvinyl chloride on the growth and development of yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) larvae / L. Jin, P. Feng, Z. Cheng, D. Wang. // *Environmental Science and Pollution Research*. - 2023. - Vol. 30. - No 13. - P. 37118-37126.
16. Sun, J. Insights into plastic biodegradation: community composition and functional capabilities of the superworm (*Zophobas morio*) microbiome in styrofoam feeding trials / J. Sun, A. Prabhu, S.T. Aroney, C. Rinke // *Microbial Genomics*. - 2022. - Vol. 8. - No 6. - Article 000842. - P. 1-19.
17. Choi, I.H. Polystyrene biodegradation using *Zophobas morio* / I.H. Choi, J.H. Lee, T.H. Chung // *Journal of Entomological Research*. - 2020. - Vol. 44. - No 3. - P. 475-478.

18. Hosseini, F.S. An integrated approach for plastic polymer degradation by the gut bacterial resident of superworm, *Zophobas morio* (Coleoptera: Tenebrionidae) / F.S. Hosseini, A. Asoodeh, M.S. Ostad, A. Makhdoumi // Environmental Science and Pollution Research. - 2024. - Vol. 31. - No 50. - P. 60359-60370.
19. Васильева, А.В. Сравнительный анализ биоповреждения полиэтиленов разных типов личинками *Galleria mellonella* (Insecta, Lepidoptera, Pyralidae) / А.В. Васильева, Я.В. Медведева, Н.М. Костюкова и др. // Поволжский экологический журнал. - 2019. - № 1. - С. 17-27.
20. Cassone, B.J. Fat on plastic: Metabolic consequences of an LDPE diet in the fat body of the greater wax moth larvae (*Galleria mellonella*) / B.J. Cassone, H.C. Grove, N. Kurchaba et al. // Journal of Hazardous Materials. - 2022. - Vol. 425. - Article 127862. - P. 1-8.
21. Zhu, P. Biodegradation of plastics from waste electrical and electronic equipment by greater wax moth larvae (*Galleria mellonella*) / P. Zhu, X. Pan, X. Li et al. // Journal of Cleaner Production. - 2021. - Vol. 310. - Article 127346. - P. 1-8.
22. Chalup, A. First report of the lesser wax moth *Achroia grisella* F. (Lepidoptera: Pyralidae) consuming polyethylene (silo-bag) in northwestern Argentina / A. Chalup, M.M. Ayup, M.A.C. Garzia et al. // Journal of Apicultural Research. - 2018. - Vol. 57. - No 4. - P. 569-571.
23. https://en.wikipedia.org/wiki/Lesser_wax_moth.
24. Mahgoub, M.O. Observations on the biology and larval instars discrimination of wax moth *Achroia grisella* F. (Pyralidae: Lepidoptera) / M.O. Mahgoub, L.W. Hong, D. Omar // Journal of Entomology. - 2015. - Vol. 12. - No. 1. - P. 1-11.
25. Egelie, A.A. Lesser wax moth *Achroia grisella* Fabricius (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae) / A.A. Egelie, A.N. Mortensen, L. Barber et al. // EDIS. - 2015. - No 9. - P. 1-4.
26. Kapahi, N. Polyethylene degradation by larvae of wax moth / N. Kapahi, L. Marwaha // Journal of Entomological Research. - 2022. - Vol. 46. - No 3. - P. 620-625.
27. Selvaraj, P. Bioremediation of plastic waste: a review of degradation capabilities in *Galleria mellonella* and *Achroia grisella* / P. Selvaraj, M. Gopal // Indian Journal of Entomology. - 2024. - P. 1-5.
28. Kundungal, H. Efficient biodegradation of polyethylene (HDPE) waste by the plastic-eating lesser waxworm (*Achroia grisella*) / H. Kundungal, M. Gangarapu, S. Sarangapani et al. // Environmental Science and Pollution Research. - 2019. - Vol. 26. - P. 18509-18519.
29. Ali, S.S. Biodegradability of polyethylene by efficient bacteria from the guts of plastic-eating waxworms and investigation of its degradation mechanism / S.S. Ali, T. Elsamahy, D. Zhu, J. Sun // Journal of Hazardous Materials. - 2023. - Vol. 443. - Article 130287. - P. 1-13.
30. De Leon, J.D. Gut bacteria of *Achroia grisella* (Lesser wax moth) larvae as biological agent for polyethylene degradation / J.D. De Leon, H.G. Nodora, J.N. Rodriguez et al. // Philippine Scientific Journal. - 2021. - Vol. 54. - No 1. - P. 1-2.
31. Li, C.J. Research on the consumption and degradation of plastics by *Zophobas atratus* larvae / C.J. Li, Z. Wang, Y.L. Zhang // Chinese Journal of Applied Entomology. - 2022. - Vol. 59. - No. 1. - P. 93-103.
32. Peng, B.Y. Biodegradation of low-density polyethylene and polystyrene in superworms, larvae of *Zophobas atratus* (Coleoptera: Tenebrionidae): Broad and limited extent depolymerization / B.Y. Peng, Y. Li, R. Fan et al. // Environmental Pollution. - 2020. - Vol. 266. - Article 115206. - P. 1-11.
33. Kapahi, N. Comparison study on low-density polyethylene film biodegradation potential of *Achroia grisella* and *Galleria mellonella* larvae / N. Kapahi, L. Marwaha, M. Kaur, G. Bawa // Journal of Environmental Biology. - 2023. - Vol. 44. - No 5. - P. 682-690.
34. Kundungal, H. Nature's solution to degrade long-chain hydrocarbons: A life cycle study of beeswax and plastic-eating insect larvae / H. Kundungal, R. Amal, S.P. Devipriya // Journal of Polymers and the Environment. - 2024. - P. 1-14.

BIODEGRADATION OF POLYMERS BY CATERPILLARS OF THE SMALL WAX MOTH
(*ACHROIA GRISELLA*) (LITERARY REVIEW)

¹Shaikhiev I.G., ²Drozdov I.A.

¹Kazan National Research Technological University, 420015, Kazan, K. Marx St., 68,

²Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 308012, Belgorod, Kostyukova st., 46

Annotation. Relevance. The problem of accumulation of hardly degradable polymeric materials in objects of the natural environment is one of the most important environmental problems of our time. Products made of various polymers spontaneously entering the environment have long decomposition periods, which negatively affects living organisms. The existing methods of utilization and regeneration of polymer products are not optimal at present. It has been determined that one of the methods of utilization of plastics is biodegradation due to absorption of the latter by larvae of some insects.

Purpose. Summarize the literature data on the biodegradation of polymeric materials (polyethylene, polystyrene foam) by the caterpillars of the lesser wax moth (*Achroia grisella*). Provide brief information on the volumes of production of polymeric materials in the world, as well as methods of their utilization, regeneration and recovery. Provide brief information on the morphology and life cycles of the insect.

Results. A review of literary sources on the biodegradation of polyethylene and polystyrene foam by *Achroia grisella* caterpillars was conducted. It was shown that the caterpillars of the insect can feed on polyethylene film and polystyrene foam, decomposing the latter and promoting their biodegradation.

Novelty. The world data on the biodegradation of polymeric materials by the caterpillars of the lesser wax moth are summarized.

Keywords: *Achroia grisella*, caterpillar, polymers, biodegradation

Раздел 2. Проблемы организации строительства

УДК 628.51

ОБОСНОВАНИЕ ПОДХОДА ПО ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ БОРТОВЫХ ОТСОСОВ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Гольшев А.А.¹, Абильтатов И.Д.²

^{1,2} Институт «Академия строительства и архитектуры», ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского, 295943,
г. Симферополь, ул. Киевская, 181, ¹e-mail: golyshevedu@mail.ru

Аннотация. Актуальность. Широкое применение в современных термических и гальванических цехах для удаления вредных выделений от ванн различного назначения нашли бортовые отсосы. При ширине открытой ванны более 0,6 м экономически оправдано применение системы «передувка-отсос», создающей воздушно-струйное укрытие ванны. Цель: рассмотреть способы уточнения расходов приточного и удаляемого воздуха бортового отсоса с передувкой для повышения эффективности улавливания вредных выделений, экономии энергоресурсов и более обоснованного подбора вентиляционного оборудования.

Методы: анализ исследований и публикаций в отечественных и зарубежных источниках, математическое моделирование рассматриваемого процесса.

Результаты: произведено сравнение расходов подаваемого и удаляемого воздуха для активированного бортового отсоса, рассчитанных по различным методикам. Выполнен расчет объемов воздуха с учетом скорости восходящего потока вредных выделений, проведен вычислительный эксперимент с использованием компьютерных программ. Установлено существенное расхождение полученных результатов расчетных расходов воздуха.

Ключевые слова: бортовой отсос, передувка, местный отсос, промышленная вентиляция.

ВВЕДЕНИЕ

При сооружении современных термических и гальванических цехов для борьбы с вредными выделениями широко применяются бортовые отсосы. В случае, если ванны различного назначения имеют ширину более 0,6 м, рекомендуется применять двухбортовые отсосы или системы «передувка-бортовой отсос» [8, 10]. При этом важно подавать и удалять от бортового отсоса оптимальные объемы воздуха. Недостаточное количество удаляемого воздуха не позволит локализовать выделяющиеся вредности, избыточное – приведет к перерасходу энергии. В связи с этим требуется разработка более обоснованного метода расчета объемов приточного и удаляемого воздуха.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ; МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Разработкой методов расчета бортовых отсосов занимались как отечественные, так и зарубежные авторы: Батулин В.В., Гальчинский Я.А., Столер В.Д., Савельев Ю.Я., Посохин В.Н., Халецкий И.М. и другие [1-6, 9-14]. Вместе с тем, существующие методики определения расходов приточного и отсасываемого воздуха, разработанные с использованием различных подходов, дают большие расхождения в результатах.

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель - обоснование подхода к оптимизации параметров работы и повышению энергоэффективности систем местной вытяжной вентиляции - бортовых отсосов с передувкой, что позволит эффективнее улавливать вредные выделения, экономить энергоресурсы и более обоснованно подбирать вентиляционное оборудование.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Для расчета бортового отсоса нужно определить параметр M , который выражает отношение объема удаляемого бортовым отсосом воздуха, к объему восходящего потока загрязненного воздуха. Параметр M зависит от максимального поднятия критической линии тока воздушного течения у бортового отсоса h^* .

Решением системы уравнений (1) и (2) определены соответствующие значения параметра M , характеризующего максимальное поднятие линии тока вредных выделений над поверхностью.

$$1 - x_M - m\sqrt{\delta^*} \sqrt{\frac{3}{4\sigma}} \sqrt{1 - x_M} th\eta_M - \frac{2}{\pi} M \arcsin \frac{q_M - p_M}{2} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{M}{\pi} \cdot \frac{q_M - p_M}{\left(\frac{a^*}{2}\right)^2 p_M q_M \sqrt{1 - \left(\frac{q_M - p_M}{2}\right)^2}} = 1 + \frac{m\sqrt{\delta^*}}{\sqrt{1 - x_M}} \sqrt{\frac{3}{16\sigma}} [2\eta_M(1 - th^2\eta_M) - th\eta_M], \quad (2)$$

где

$$q_M = \sqrt{\left(1 + \frac{2y_M}{a^*}\right)^2 + \left(\frac{2x_M}{a^*}\right)^2}; p_M = \sqrt{\left(1 - \frac{2y_M}{a^*}\right)^2 + \left(\frac{2x_M}{a^*}\right)^2}, \quad (3)$$

$$\eta_M = \sigma \frac{y_M}{1 - x_M}. \quad (4)$$

$$y_M = h^*. \quad (5)$$

Порядок расчета необходимого расхода отсасываемого воздуха при заданных: размерах щели бортового отсоса - $a^*/2$, ширины ванны (бака) - l , скорости восходящего потока вредных выделений - U_ϕ и параметра, характеризующего передувку - $m\sqrt{\delta^*}$ сводится к следующему. Задаются допустимой высотой поднятия критической линии тока - h^* , далее при известной величине $a^*/2$ по определяется соответствующее значение параметра M . Затем вычисляется удельный расход воздуха на один погонный метр длины щели по формуле

$$L_{щ} = (M + m\sqrt{\delta^*} \cdot 0,3127)U_\phi \cdot l, \quad (6)$$

Выражение (6) позволяет также вычислить объем удаляемого воздуха для обычного бортового отсоса – без передувки. В этом случае параметр $m\sqrt{\delta^*}$ следует принимать равным нулю.

Работа масляного закалочного бака характеризуется наиболее неблагоприятными воздействиями на состояние воздушной среды термического отделения. Для исследований принят бак объемом около 4 м³ масла, имеющий форму прямоугольной призмы. В качестве закалочных сред могут использоваться различные виды масел, главным образом, промышленное и машинное с максимальной температурой воспламенения 240°С. Эта температура является одним из критериев при выборе марки масла. Температура масла в баке должна быть на 40-60°С ниже температуры воспламенения, то есть не превышать 180-200°С.

Закаливаемые изделия обычно загружаются в бак с помощью крана, поэтому для локализации вредных выделений не представляется возможным использовать полуоткрытые и полностью закрытые местные отсосы, которые имеют достаточно высокую эффективность улавливания вредных веществ.

Ширина ванны принята $l=1,15$ м, длина $a=2,95$ м.

В настоящее время существует достаточно большое количество методик расчетов бортовых отсосов с передувками. Авторы на основании различных подходов – экспериментальных и аналитических разработали методики расчета объемов приточного и отсасываемого воздуха. Результаты выполненных расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1
Результаты сравнительных расчетов бортового отсоса с передувкой закалочного масляного бака по существующим методикам

№	Автор методики, номер ссылки на источник	Объем приточного воздуха, м ³ /ч	Объем удаляемого воздуха, м ³ /ч
1	Батурин В.В. [1]	1346	8076
2	ГПИ Сантехпроект [2]	1070	4885
3	Гальчинский Я.А. [3]	902	6155
4	Столер В.Д., Савельев Ю.Я. [4]	2729	8259
5	Посохин В.Н. [5]	3155	13261
6	Халецкий И.Т. [6]	2576	35337
7	Результаты, полученные по предложенной методике расчета	1275	26470
8	Результаты, полученные в ходе вычислительного эксперимента	500	3000

Из приведенных данных (пункты 1-5 таблицы 1) видно, что полученные величины существенно отличаются друг от друга как по объему приточного воздуха (от 902 до 3155 м³/ч), так и по расходу удаляемого воздуха (от 4885 до 35337 м³/ч). Такой разбег объемов вентиляционного воздуха потребовал проведения исследований и разработки усовершенствованной методики расчета бортового отсоса, экранированного приточной струей.

Для передувки используем плоскую приточную струю со скоростью истечения, принятой согласно рекомендации [7, 8] равной $u_c = 10$ м/с. При этом ширина щели назначается равной порядка $\delta = (0,01-0,015)l$, но не менее 0,005 м во избежание засорения [5, 7, 8]. В нашем случае величину δ можно принять равной 0,01 м. Ширина щели отсоса принимается равной $a/2 = (0,075-0,1)l$. Принимаем $a/2 = 0,115$ м.

Объем приточного воздуха, необходимый для передувки определится из очевидного соотношения

$$L_C = k_e \cdot W_c \cdot \delta \cdot S = 1,2 \cdot 10 \cdot 0,01 \cdot 2,95 = 0,354 \text{ м}^3/\text{с} = 1275 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (7)$$

где k_e - коэффициент запаса для учета подвижности воздуха в помещении, $k_e = 1,2$.

С учетом размещения закалочного бака допустимая высота подъема вредных выделений принята равной $h = 0,23$ м, т.е. $h^* = h/l = 0,23/1,15 = 0,2$.

В нашем случае при $h^* = 0,2$ и $a^*/2 = a/2l = 0,1$ имеем значение параметра $M = 1,251$.

Удельный расход воздуха во всасывающей щели определится следующим образом, м³/с

$$L_{щ} = 1,439u_{\phi} + 0,335, \quad (8)$$

а общий расход воздуха, удаляемого отсосом, составит, м³/с

$$L_{щ.общ.} = 4,245u_{\phi} + 0,988. \quad (9)$$

Как видно (рисунок 1), объем удаляемого воздуха при прочих равных условиях в значительной степени зависит от скорости восходящего потока вредных выделений u_{ϕ} , изменяется в широких пределах.

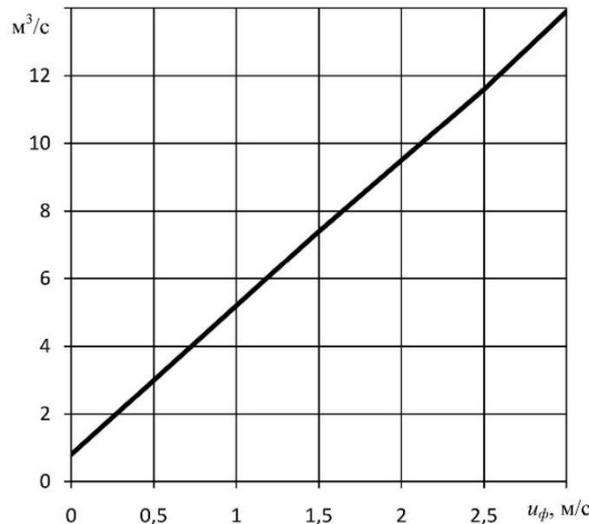


Рис. 1. Зависимость объема отсасываемого воздуха активированного отсоса от вертикальной скорости потока вредных выделений

Требуемый объем удаляемого воздуха составит 7,355 м³/с (26470 м³/ч).

В результате проведенного на ПК численного моделирования получены линии тока воздушных потоков в области действия бортового отсоса, поля скоростей и температур.

Эффективность работы активированного бортового отсоса оценивалась по высоте подъема вредных выделений над поверхностью масла в ванне. Максимальная допустимая высота подъема паров масла принята на 0,08 м выше оси всасывающей щели бортового отсоса.

В результате анализа данных численного моделирования установлены минимальные расходы подаваемого и удаляемого воздуха (500 и 3000 м³/ч соответственно).

Линии тока в области действия бортового отсоса для расходов подаваемого воздуха 500 м³/ч и удаляемого 3000 м³/ч приведены на рисунке 2. Максимально допустимая высота подъема вредностей отмечена красной линией.

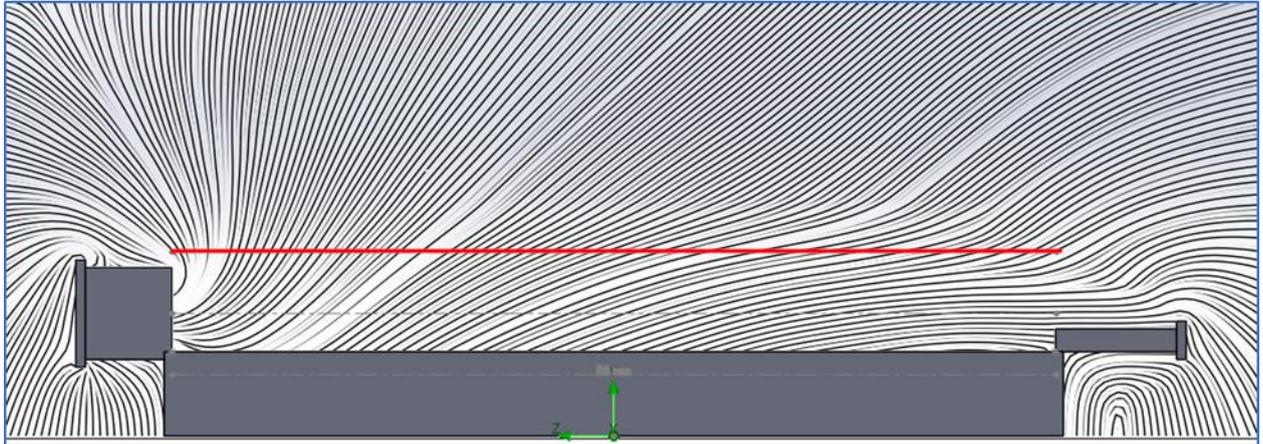


Рис. 2. Линии тока в области действия активированного бортового отсоса.

Поле температур в области действия бортового отсоса представлено на рисунке 3.

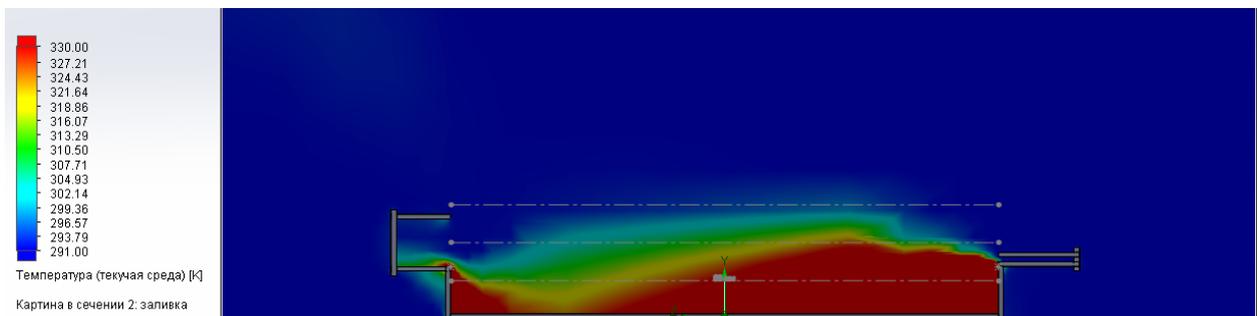


Рис. 3. Поле температур в области действия активированного бортового отсоса.

Поле скоростей воздушных потоков в области действия бортового отсоса представлено на рисунке 4.

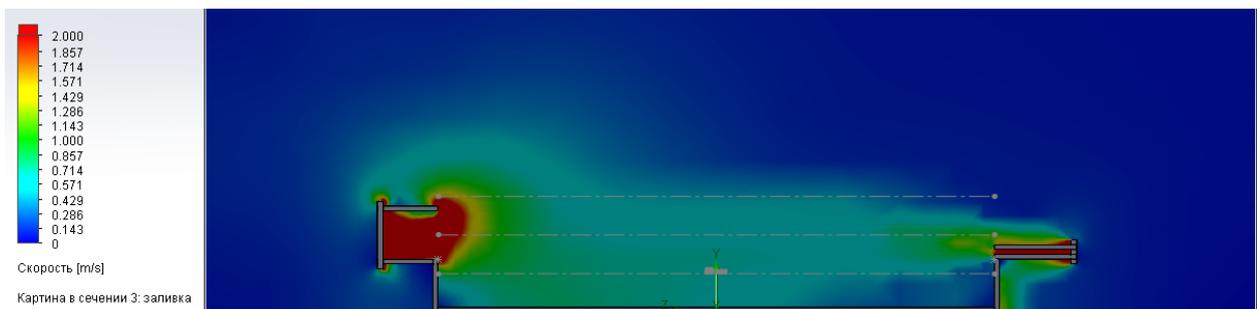


Рис. 4. Поле скоростей воздушных потоков в области действия активированного бортового отсоса.

ВЫВОДЫ

В результате сравнения расходов подаваемого и удаляемого воздуха активированными бортовыми отсосами, полученных по существующим расчетным методикам, установлено их значительное расхождение. Значения расходов подаваемого и удаляемого воздуха, полученные в результате численного моделирования, существенно ниже значений, полученных по существующим расчетным методикам. Применение сокращенных расходов воздуха приводит к экономии энергоресурсов и позволяет подбирать вентиляторы меньших типоразмеров.

В связи с полученными результатами исследования, предлагается на стадии проектирования учитывать скорость восходящего потока вредных выделения над зеркалом ванны и использовать численное моделирование воздушных потоков в области действия бортовых отсосов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для уточнения требуемых объемов подаваемого и удаляемого воздуха для активированного бортового отсоса целесообразно проведение дальнейших исследований, в том числе с помощью численного моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батулин, В.В. Основы промышленной вентиляции / В.В. Батулин – М.: Профиздат, 1990. – 448 с.
2. Внутренние санитарно-технические устройства: в 2 частях / ред. И.Г. Староверов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Стройиздат, 1975 – 1977. – (Справочник проектировщика). Ч. 2: Вентиляция и кондиционирование воздуха / В.Н. Богословский, И.А. Шепелев, В.М. Эльтерман [и др.]. – 1977. – 502 с.
3. Гальчинский, Я.А. К расчету плоских передувов / Я.А. Гальчинский // Вентиляция в металлургической промышленности [Сборник статей] / Под ред. Я.А. Штромберга; ВЦСПС. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т охраны труда. г. Тбилиси. – Москва: Металлургия. – 1968. – С. 98-103.
4. Елинский, И.И. Вентиляция и отопление гальванических и травильных цехов машиностроительных заводов / И.И. Елинский. – М.: Машиностроение, 1982. – 135 с.
5. Посохин, Е.Н. Расчет местных отсосов от тепло- и газовыделяющего оборудования / Е.Н. Посохин. – М.: Машиностроение, 1984. – 160 с.
6. Халецкий, И.М. Вентиляция и отопление заводов черной металлургии / И.М. Халецкий. – М.: Металлургия, 1984. – 240 с.
7. Указания по устройству и расчету местных отсосов и воздушно-струйных укрытий компенсационного типа для основного оборудования предприятий по обработке цветных металлов/ ВНИИОТ ВЦСПС. – Свердловск, 1986. – 74 с.
8. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3 Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 1 / В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин, Н.И. Березина и др.; Под ред. Н.Н. Павлова, Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. – 319 с. – (Справочник проектировщика).
9. Cory, W.T.W. Fans & Ventilation / W.T.W. Cory. – Elsevier in association with Roles & Associates Ltd., 2005. – 457 p.
10. Goodfellow, H. Industrial ventilation design guidebook / Goodfellow H., Tahti E. – Academic press, 2001. – 1555 p.
11. Porges, F. HVAC engineer's handbook / F Porges. – Butterworth Heinemann, 2001. – 297 p.
12. Robinson, M. Recommendations for the design of push-pull ventilation systems for open surface tanks / M. Robinson, D.B. Ingham // Ann. occup. Hyg. – 1996. – Vol. 40, No. 6. – P. 693-704.
13. Marzali, F. Determination and interpretation of total and transversal linear efficiencies in push-pull ventilation systems for open surface tanks / F. Marzali, E. Gonzalez, A. Minana, A. Baeza // Ann. occup. Hyg. – 2002. – Vol. 46, No. 7. – P. 629-635.
14. Пашенцев, А.И. Экологическая ревизия в контексте превентивной защиты окружающей среды / А.И. Пашенцев, А.А. Гармидер // Экономика строительства и природопользования. – 2017. – № 2(63). – С. 104-107. – EDN YMTYHW.

FOUNDATION OF THE METHOD FOR OPTIMIZING THE PARAMETERS OF THE SIDE EXHAUST SYSTEM IN INDUSTRIAL VENTILATION

¹Golyshev A.A., ²Abil'zatov I.D.

^{1,2} Institute "Academy of Construction and Architecture", V.I. Vernadsky Crimean Federal University

Annotation. Relevance. Side exhaust systems are widely used in modern thermal and electroplating workshops to remove harmful emissions from baths for various purposes. With an open tub width of more than 0.6 m, it is economically justified to use the «push-pull» ventilation system, which creates an air-jet bath shelter.

Objective: to consider ways to clarify the volume of the supply and exhaust air of the «push-pull» ventilation system to increase the efficiency of capturing harmful emissions, save energy resources and a more reasonable selection of ventilation equipment.

Methods: analysis of research and publications in domestic and foreign sources, mathematical modeling of the process under consideration.

Results: a comparison of the supply and exhaust air volumes for «push-pull» ventilation system, calculated using various methods. The calculation of air volumes was performed taking into account the speed of the upward flow of harmful emissions, and a computational experiment using computer programs was conducted. A significant discrepancy between the results of the calculated air volumes has been established.

Keywords: side exhaust system, «push-pull» ventilation system, local exhaust ventilation, industrial ventilation.

Раздел 3. Экологическая безопасность

УДК 631.95

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Вердыш М.В.¹, Булаенко Л.М.²

¹ ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»,
295043, г. Симферополь, ул. Киевская, 150, e-mail: verdys_h_m@niishk.site

² ФГБОУ ВО «Херсонский аграрный университет»,
273003, г. Херсон, ул. Сретенская, 23, e-mail: 4mom@mail.ru

Аннотация. Актуальность темы статьи вызвана повышенным негативным влиянием сельскохозяйственной деятельности на экологию. В статье акцентировано внимание на факторы антропогенного влияния агропромышленной деятельности на элементы окружающей среды – земельные угодья, водные объекты, биоценозы, атмосферу, их причины и последствия. Приводится система связей сельского хозяйства и окружающей среды, возникающая в процессе производства сельскохозяйственной продукции. Проанализированы основные негативные факторы влияния агропромышленного производства на экосистемы. На примере орошаемого земледелия показаны положительные и отрицательные эффекты от мер по интенсификации сельскохозяйственного производства. Доказана необходимость анализа связей сельскохозяйственного производства для выработки технологических, организационных и экономических решений по минимизации или предотвращению негативного влияния сельскохозяйственного производства на окружающую природную среду. Приведены данные по негативному влиянию нерационального использования орошения на состояние почв Республики Крым, а также принципы рационального природопользования в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: сельское хозяйство, окружающая среда, агроэкосистемы, орошаемое земледелие, негативное влияние, связи, эрозия, загрязнение почв и водных объектов.

ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство – совокупность взаимосвязанных отраслей, производящих сырье для пищевой, и ряда направлений перерабатывающей промышленности. В условиях углубленной координации сельского хозяйства с сопутствующими направлениями общественного производства, которые обеспечивают его материальными ресурсами, услугами, кадрами, а также с потребителями сельскохозяйственной продукции, можно охарактеризовать данную систему как агропромышленный комплекс (АПК). Экологическое состояние окружающей среды сельского хозяйства является одним из условий обеспечения его продуктивности. Так, например, из основных особенностей сельскохозяйственного производства наряду с влиянием климатических, погодных условий и сезонностью производственного цикла является то, что основным средством производства в сельском хозяйстве выступает почва, что определяет необходимость обеспечения воспроизводства её плодородия [1].

Функционирование отрасли сельского хозяйства напрямую связано с использованием, кроме почвы, других природных ресурсов – водных, лесных, биологических и прочих. В процессе производства сельскохозяйственной продукции человек оказывает влияние на природные экосистемы, а также создает искусственные экосистемы, поддерживает их существование и развитие.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ; МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Вопросы эколого-ориентированного использования природных ресурсов в процессе сельскохозяйственной деятельности рассматривались в трудах многих ученых: Гальперина М.П., Кирюшина В.И., Федоренко В.Ф., Лихацевича А.П., Реймерса Н.Ф., Косолапова В.М. и других. Вопросы влияния орошения на состояние агроландшафтов поднимались Зайдельманом Ф.Р., Кирейчевой Л.В., Мажайским Ю.А., Новиковой А.В., Горюновым Н.С., Булыгиным С.Ю., Медведевым В.В., Кацем Д.М., Хитровым Н.Б. и другими авторами. В тоже время, дальнейшего развития требуют вопросы комплексного мониторинга природопользования в процессе ведения сельского хозяйства, существует необходимость дальнейшего изучения проблемы обеспечения экологической безопасности землепользования и водопользования, в частности при интенсивном использовании орошаемого земледелия и ряд других вопросов.

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель статьи – определить структуру связей агропромышленного производства в рамках многофункциональной эколого-экономической системы, проанализировать основные негативные факторы влияния агропромышленной деятельности на окружающую среду, их причины и последствия, что позволит в дальнейшем усовершенствовать методологические подходы к разработке мер по минимизации или предотвращению экологического ущерба от сельскохозяйственной деятельности

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Основой агроэкосистем являются агроценозы – биоценозы на землях сельскохозяйственного пользования, созданные для получения сельскохозяйственной продукции. В процессе создания и использования агроценозов происходит взаимодействие человека, средств производства и природы и в результате создается многофункциональная эколого-экономическая система [2, 3]. В этой системе имеют место такие виды связей:

а) экономические – возникающие между людьми в процессах производства, распределения, обмена потребления материальных благ;

б) технологические – связи между людьми, ресурсами и средствами производства в процессе преобразования ресурсов в продукцию АПК;

в) экологические связи человека с биотическими элементами окружающей среды, в процессе преобразования природных ресурсов при функционировании сельского хозяйства. Графическое изображение связей сельского хозяйства с окружающей средой представлено на рисунке 1.

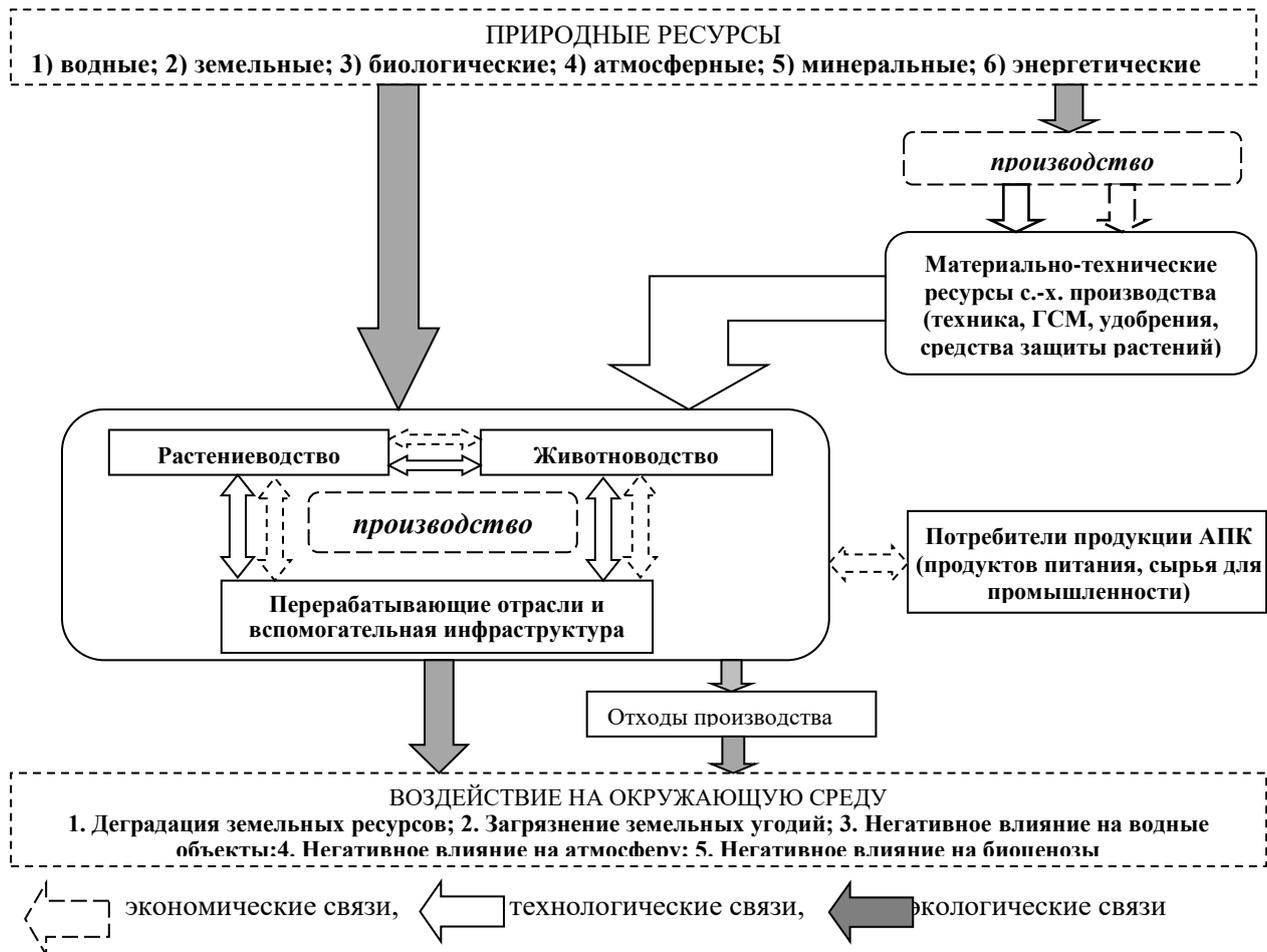


Рис. 1. Связи сельского хозяйства с окружающей средой в процессе производства сельскохозяйственной продукции

Из-за значительного влияния сельскохозяйственной деятельности на окружающую природную среду, актуальность рационального использования природных ресурсов для дальнейшего экономического роста и повышения качества жизни населения очевидна. Но, в то же время, экономические интересы при использовании земельных, водных, биологических и других видов ресурсов, не могут быть обеспечены без анализа сложившейся системы связей сельского хозяйства с окружающей средой, на основании которого могут приниматься технологические, организационные, экономические и другие решения, обеспечивающие экологизацию сельскохозяйственного производства.

По мнению М.В. Гальперина, сельское хозяйство, из всех видов человеческой деятельности, создает наибольшую нагрузку на окружающую природную среду. Это вызывает необходимость удерживать в равновесии искусственные агроценозы, которыми являются сельскохозяйственные угодья. Агроценозы имеют сокращенное биоразнообразие по сравнению с естественными экосистемами, что нарушает одно из основных условий их устойчивости [4]. Кроме того, внешние условия, нередко не соответствуют оптимальным условиям развития сельскохозяйственных культур, в результате чего для получения экономически эффективных урожаев сельскохозяйственных культур возникает необходимость поддержания измененных водного, воздушного и химического режимов почвы. Это требует проведения мелиоративных а также агрохимических мероприятий, что приводит к дополнительным затратам энергии, труда, материально-технических и природных ресурсов. Основные факторы влияния агропромышленной деятельности на окружающую среду и последствия подобного влияния приведены в таблице 1.

Таблица 1.
Основные негативные факторы влияния агропромышленной деятельности на окружающую среду, их причины и последствия

Фактор	Причины	Последствия
1	2	3
1. Деградация земельных угодий		
Эрозия – разрушение структуры поверхностного, наиболее плодородного слоя почвы, изменение рельефа под воздействием ветра или нерегулируемого поверхностного стока. Виды почвенной эрозии: ветровая (дефляция), водная (естественная или ирригационная).	- рельеф полей; - воздействие осадков; - нарушение естественного растительного покрова; - нарушение технологии полива и режимов орошения сельскохозяйственных культур; - нарушение почвозащитных систем обработки почв	Изменение рельефа (образование оврагов, промоин), вынос из почвы органических и минеральных веществ, что приводит к нарушению планировки полей, снижению содержания органического вещества и потере их плодородия
Переуплотнение почв – образование уплотненного слоя в почвенном профиле (плужная подошва)	- механическое воздействие сельскохозяйственной техники и нарушение технологии земледелия: постоянная обработка почв на одинаковую глубину; - нарушение технологии и режима орошения	Ухудшение водо- и воздухопроницаемости почв в подпахотном слое
Вторичное засоление и осолонцевание – накопление в верхнем слое почвы минеральных солей, вызывающих угнетение растений, вследствие подъема грунтовых вод, вызванного орошением	- нарушение технологии и режимов орошения, полив минерализованной оросительной водой;	Ухудшение химических и физических свойств почв, что приводит к их деградации
Заболачивание – процесс затопления поверхности почвы значительными объемами воды под влиянием подъема уровня грунтовых вод вследствие природных или антропогенных факторов	- переувлажнение вследствие неправильного использования орошения; - сокращение площади лесов; - рельеф; - воздействие осадков	Изменение баланса экосистем; сокращение площадей угодий, пригодных к использованию в сельском хозяйстве
Опустынивание – уменьшение степени увлажненности земель и вызванного этим сокращения их биологической продуктивности в результате воздействия различных факторов, включая изменение климата и антропогенное влияние	- уменьшение естественного увлажнения почв; - нарушение технологий земледелия и мелиорации; - нарушение естественного растительного покрова	Изменение водного баланса экосистем, ухудшение плодородия почв, сокращение площадей угодий, пригодных к использованию в сельском хозяйстве

Продолжение таблицы 1

1	2	3
2. Загрязнение почв		
Загрязнение почв минеральными удобрениями, пестицидами, тяжелыми металлами, радионуклидами	- нарушение правил транспортировки, хранения и применения удобрений, пестицидов. Недостаточное проведение мероприятий по утилизации отходов с.-х. производства	Изменение химического баланса экосистем, деградация почв
3. Негативное влияние на водные объекты		
Нарушение режима водных объектов	- забор значительных объемов воды на орошение и другие нужды сельского хозяйства	Негативное влияние на водные экобиосистемы, нарушение биологического разнообразия, изменение режима грунтовых и поверхностных вод
Загрязнение водных объектов	- поверхностный сток с сельскохозяйственных угодий, животноводческих ферм, предприятий, дренажный сток	Ухудшения качества водных ресурсов, негативное влияние на водные экобиосистемы, нарушение биологического разнообразия
4. Негативное влияние на биоценозы		
Нарушение естественной среды обитания биоты	- расширение с.-х угодий; - чрезмерная химизация технологий интенсивного сельского хозяйства	Деградация биоценозов, сокращение биоразнообразия
5. Негативное влияние на атмосферу		
Загрязнение воздуха продуктами сгорания топлива, аммиачным газом, CO ₂ и другими газами, отходами жизнедеятельности с.-х животных	- широкое использование в сельском хозяйстве двигателей внутреннего сгорания; - накопление отходов с.-х. производства	Климатические изменения, негативное влияние на экосистемы и здоровье человека

До XX века влияние аграрной деятельности на окружающую среду было ограниченным. Несмотря на антропогенное влияние и изменения экосистем, сельскохозяйственная деятельность человека вписывалась в биогеохимический кругооборот. В середине XX века произошел резкий рост продуктивности отраслей сельского хозяйства, который в ряде развивающихся стран, получивший название «зеленой революции» – повышение продуктивности агроценозов обусловленное влиянием внедрения интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур и селекционных достижений [5]. Наряду с ростом урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур, применение интенсивных технологий выращивания обусловило и ряд негативных эффектов (таблица 2).

Таблица 2.

Положительные и отрицательные эффекты от мер по интенсификации сельского хозяйства

Направления интенсификации сельского хозяйства	Положительный эффект	Отрицательный эффект
Освоение дополнительных площадей	Увеличение площади земель, пригодных для ведения сельского хозяйства	Вырубка лесов, нарушение естественного режима водоемов, распашка лугов и степей
Осушение естественно переувлажненных земель	Улучшение условий для роста растений и обработки земель	Ухудшение биоразнообразия, нарушение гидрологического режима водоемов и болот
Орошение земель в зонах неустойчивого и недостаточного увлажнения	Увеличение объемов водных ресурсов, доступных для ведения сельского хозяйства	Вторичное засоление и осолонцевание почвы, нарушение естественного водно-воздушного режима почв и гидрологического режима водоемов
Применение удобрений	Повышение плодородия почв, краткосрочное увеличение урожайности с.-х. культур	Загрязнение грунтовых вод азотными и фосфорными соединениями.
Применение средств защиты растений	Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур за счет применения препаратов, которые защищают растения от вредных организмов и болезней	Увеличение приспособляемости сорных растений и насекомых к применяемым средствам, ухудшение биологического разнообразия, загрязнение грунтовых вод
Механизация	Повышение производительности отраслей сельского хозяйства	Химическое, механическое и акустическое загрязнение окружающей среды, уплотняющее и разрушающее действие на почву в результате давления, динамического воздействия и вибрации.

В силу технологических особенностей, сельское хозяйство оказывает существенное влияние на состояние земельных ресурсов. Использование значительных площадей в качестве сельскохозяйственных угодий приводит к описанным выше деградационным процессам. При активном использовании орошения значительно изменяются условия функционирования всех элементов почвенной среды. Несвойственное естественным условиям увлажнение увеличивает интенсивность физических, химических и биологических процессов в почве, а проведение поливов – число технологических операций на орошаемых участках. Соответственно, растет число экологических и технологических связей в агробиоценозах. Негативный эффект от орошения проявляется в деградации эколого-мелиоративного состояния земель, показателями которого являются: изменение гидрогеохимического режима почв, повышение уровня и минерализации грунтовых вод, а также степень засоления и осолонцевания почв. Так, в Республике Крым по состоянию на 2018 год в неудовлетворительном эколого-мелиоративном состоянии находилось 33,4 тыс.га орошаемых угодий (8,3% от всех орошаемых угодий), из них 29,5 тыс.га по причине повышенной солонцеватости земель, как естественной, так и вторичной, развившейся в результате длительного использования орошения и поднятия уровня грунтовых вод. Удовлетворительному эколого-мелиоративному состоянию соответствовали земли на площади 187,4 тыс.га (46,7%), хорошему – 180,7 тыс.га (45%). По сравнению с показателями 2011 года площади с неудовлетворительным эколого-мелиоративным состоянием уменьшились на 8,1 тыс. га из-за значительного сокращения фактически орошаемых площадей [6].

Негативный эффект от использования орошения может усиливаться в зависимости от технологических показателей техники полива. Исследования влияния одного из основных негативных факторов сельскохозяйственного производства – ирригационной эрозии на южные черноземы при орошении дождеванием позволили установить, что при нарушении технологии полива величина поверхностного стока колеблется от 10 до 40% от величины поливной нормы, водопроницаемость почв снижается на 15–20%, объёмная масса поверхностного слоя почвы увеличивается на 5–7% к концу поливного периода [7, 8]. Вследствие развития водной эрозии получают распространение негативные явления, приведенные в таблице 1. Анализ технологических связей производственного процесса орошаемого земледелия и опытные данные позволили сделать вывод, что использование агро-мелиоративных почвозащитных приемов обработки почвы – плоскорезной обработки в сочетании со щелеванием позволяет минимизировать негативное влияние на почвы орошаемых участков.

Совершенствование технологических процессов сельского хозяйства, будет способствовать минимизации и, в ряде случаев, предотвращению последствий негативного воздействия хозяйственной деятельности. Но, по мнению ряда авторов, для обеспечения рационального природопользования и недопущения дальнейшей деградации элементов окружающей среды, кроме организационно-технологических мер, необходимо выполнение ряда принципов [9, 10]:

1) принцип оптимального и эффективного природопользования – необходимость одновременного учёта экологических и экономических интересов участников хозяйственной деятельности;

2) соответствие антропогенной нагрузки естественному ресурсному потенциалу территории – соблюдение данного принципа позволит избежать нарушения равновесия экосистем благодаря сбалансированному циклу использования и воспроизводства природных ресурсов. Нарушение данного принципа возможно в случаях чрезмерной концентрации производства в определенных районах, что приводит к усилению антропогенной нагрузки, а также в случае несоответствия специализации региональной экономики природным условиям региона;

3) сохранение целостности природных систем в процессе их хозяйственного использования – исходя из взаимосвязанности компонентов окружающей среды, негативные последствия антропогенной деятельности на отдельные компоненты экосистем, приводит к негативным последствиям для экосистемы в целом;

4) сохранение природного кругооборота веществ и энергии – технологии производства сельскохозяйственной продукции должны представлять собой комплексную последовательность технологических процессов преобразования материальных ресурсов и их рациональном использовании с целью минимизации образования отходов и приближения их объёма к естественному кругообороту. Нарушение этого принципа приводит к образованию значительных объемов отходов и деградации экосистем;

5) принцип приоритетности обеспечения экологической безопасности относительно сиюминутной экономической выгоды – природные процессы, обеспечивающие рациональное природопользование протекают во времени и определяются факторами как кратковременными, так и продолжительного действия. Следовательно, возникает необходимость учитывать их действие и возможные последствия в текущей и перспективной производственной деятельности.

ВЫВОДЫ

Анализ связей в многофункциональной эколого-экономической системе сельскохозяйственного производства будет способствовать повышению экономической эффективности и экологической безопасности агропромышленной деятельности. На основе анализа связей сельскохозяйственного производства могут разрабатываться технологические, организационные и экономические решения по минимизации или предотвращению негативного влияния сельскохозяйственного производства на окружающую природную среду.

Экономический рост и повышение качества жизни населения определяют необходимость научно-обоснованного использования природных ресурсов, которое невозможно без соблюдения принципов рационального природопользования и экологизации сельскохозяйственного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирюшин, В.И. Экологизация земледелия и экологическая политика / В.И. Кирюшин. – М.: МСХА, 2000. – 473 с.
2. Экосистемы и благосостояние людей [Электронный ресурс]. – URL: <https://millenniumassessment.org/documents> (дата обращения 01.09.2024).
3. Баранчик, В.П. Цели, инструменты и особенности управления эколого-экономическими системами в условиях устойчивого развития экономики / В.П. Баранчик, С.А. Касперович // Труды БГТУ. – 2011. – № 7. – С. 118-121.
4. Гальперин, М.В. Экологические основы природопользования / М.В. Гальперин – М.: ИНФРА-М, 2003. – 256 с.
5. Федоренко, В.Ф., Экологическое сельское хозяйство: опыт и перспективы / В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, Э.Л. Аронов – М.: Росинформагротех, 2007. – 156 с.
6. Ляшевский, В.И. Мелиоративная характеристика орошаемых земель Крыма / В.И. Ляшевский, М.В. Вердыш // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2018. – № 3 (31). – С. 86–99.
7. Костяков, А.Н. Основы мелиорации / Костяков А.Н. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 862 с.
8. Булаєнко, Л.М. Особливості використання дощування в умовах півдня України / Л.М. Булаєнко // Зрошуване землеробство: збірник наукових праць – Херсон. – 2014. – № 61. – С. 88–91.
9. Федоричева, А.С. Концепция механизма нивелирования экологических экстерналий в современной науке / А.С. Федоричева // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2011. – Т. 7. № 33 (126). – С. 54–61.
10. Мантаев, Х.З. Рациональное природопользование / Х.З. Мантаев, З.П. Оказов, З.В. Тотиков. – Грозный: ЧГПУ, Махачкала: АЛЕФ, 2020. – 250 с.

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF AGRICULTURAL PRODUCTION

¹Verdysh M.V., ²Bulayenko L.M.

¹ FSBSI «Research Institute of Agriculture of Crimea», Simferopol, Crimea

² «Kherson Agrarian University», Kherson

Annotation. The relevance of the article is caused by the increased negative impact of agricultural activities on the environment. The article focuses on the factors of anthropogenic impact of agro-industrial activities on the elements of the environment - land, water bodies, biocenoses, atmosphere, their causes and consequences. The system of relationships between agriculture and the environment that arises in the process of agricultural production is given. The main negative factors of the impact of agro-industrial production on ecosystems are analyzed. Using irrigated agriculture as an example, the positive and negative effects of measures to intensify agricultural production are shown. The need to analyze the links of agricultural production for the development of technological, organizational and economic solutions to minimize the negative impact of agricultural production on the environment is proven. Data on the negative impact of irrational use of irrigation on the state of soils of the Republic of Crimea, as well as the principles of rational nature management in agriculture are given.

Key words: agriculture, environment, irrigated agriculture, agro ecosystems, negative impact, connections, erosion, pollution of soils and water bodies.

УДК 401.542

ПОВЫШЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ПРИ ИХ РЕСТАВРАЦИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Матвеев В.А.¹, Ничкова Л.А.²

^{1,2} Политехнический институт (структурное подразделение), ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», 299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33, e-mail: ¹matveev.vladimir0@mail.ru, ²nichkova@sevsu.ru

Аннотация. Изложены результаты анализа возникновения пожаров на объектах культурного наследия. Дан обзор современного состояния противопожарной защиты здания панорамы «Оборона Севастополя в 1854-1855 годах», предложены мероприятия по повышению пожарного риска в помещении экспозиционного зала здания. Проведен расчет индивидуального пожарного риска помещения с учетом предложенных мероприятий.

Ключевые слова: пожар, объекты культурного наследия, здание панорамы «Оборона Севастополя в 1854-1855 годах», пожарная безопасность, повышение огнестойкости, пожарный риск.

ВВЕДЕНИЕ

На начало 2024 года количество объектов культурного наследия на территории Российской Федерации составляло порядка 200 тысяч объектов культурного наследия федерального и регионального значения, 31 из них входит в список всемирного наследия ЮНЕСКО. Как мы можем видеть, данное количество объектов культурного наследия требует значительных финансовых ресурсов для их содержания и эксплуатации. Если на объекты федерального значения выделяются средства из федерального бюджета, то объекты регионального значения финансируются региональным бюджетом. Таким образом, периодически в средствах массовой информации всплывает информация о пожаре в том или ином регионе нашей страны. В качестве причин пожаров обычно оказывается: ветхое состояние объекта культурного наследия, отсутствие пожарной сигнализации, неправильная эксплуатация объекта.

В подтверждении вышесказанного обратимся к информационно-аналитическому сборнику ФГБУ ВНИИПО МЧС России от 2024 года: количество пожаров в зданиях для культурно-досуговой деятельности увеличилось на 69 ед. по сравнению с предыдущим годом и составило 373 ед. против 303 ед., прямой материальный ущерб тоже вырос и составил 95 571 тыс. руб. против 75 673 тыс. руб., таким образом общий прирост пожаров по данному направлению составил 23 %.

Исходя из вышеперечисленного, обеспечение пожарной безопасности объектов культурного наследия при их реставрации и эксплуатации является актуальным вопросом.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Вопрос обеспечения пожарной безопасности объектов культурного наследия рассматривался на примере объекта культурного наследия федерального значения здания панорамы «Оборона Севастополя в 1854-1855 годах». Панорама представляет собой огромную по размерам картину, дополненную предметным планом (площадь 1000 кв. м) и размещённую в здании цилиндрической формы со смотровой площадкой в центре. На первом этаже здания – экспозиционный зал, отражающий основные события обороны Севастополя 1854 – 1855 гг., историю создания и воссоздания Панорамы. Здание круглой формы в плане, с купольным покрытием. Основная часть здания цилиндрической формы диаметром 40,3 м, высота цилиндрических стен – 14,9 м. В качестве покрытия выполнен ребристо-кольцевой купол, который представляет собой радиально-арочную систему. Крыша куполообразная с остекленным световым поясом по всей окружности. Высота купола – 9,40 м. Проводя анализ состояния здания установлено несоответствие требованиям «Технического регламента о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 г. №123-ФЗ: отсутствуют противопожарные двери и преграды, в помещении экспозиционного зала отсутствует разделение на отсеки, общая длина зала превышает 24 м, также деревянный потолок помещения экспозиционного зала служит основанием экспозиции и никак не отделен от смотровой площадки, на которой находятся посетители. Данный экспозиционный зал рассматривается как наибольший источник пожарного риска, так как в нем реализуются наихудшие условия для обеспечения безопасности людей, а именно быстрое блокирование путей эвакуации опасными факторами пожара (рис.1).



Рис.1. Экспозиционный зал здания панорамы «Оборона Севастополя в 1854-1855 годах»:
а). – деревянный потолок и несущие колонны предметного плана; б). – экспозиция вид сверху;
в). – экспозиционный зал здания панорамы, фото до проведения работ, со стороны входа;
г). – экспозиционный зал здания панорамы, фото до проведения работ, со стороны выхода

В процессе проведения обследования установлено, что на всех поверхностях деревянных конструкций подпредметного плана наблюдаются высолы, следы замочания, поражения гнилью и грибами 25-50% от всего сечения. Учитывая указанные дефекты, техническое состояние деревянного перекрытия подпредметного плана оценивается как неудовлетворительное. Для приведения к требованиям «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» №123-ФЗ и «О пожарной безопасности» №69-ФЗ предложено следующее: установить противопожарные перегородки в помещении экспозиционного зала, разделив общую длину помещения 34 м на 3 отсека: 6/12/6 м, обработать потолок экспозиционного зала огнезащитным составом 1 группы огнестойкости древесины, кирпичные колонны усилить негорючими углеродными лентами Fibarm Tare 530/300 с последующим покрытием огнезащитной краской UMP90 с пределом огнестойкости 90 минут. Применяв данные рекомендации возможно снизить пожарный риск в самой пожароопасной части здания.

В подтверждении вышесказанного проведем расчет пожарного риска с учетом предложенных рекомендаций. Согласно №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» под пожарным риском понимается: «мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей». Оценка пожарного риска проводится в целях определения соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности путем сопоставления расчетных величин пожарного риска с соответствующими нормативными значениями пожарных рисков.

Проведение расчета динамики развития опасных факторов пожара по полевой модели осуществлялось при помощи программного кода FDS-6.7.6 в оболочке PyroSim 2021.3.0901. Вид здания и размещение расчетных точек и модельной зоны горения в программе PyroSim (рис.2).

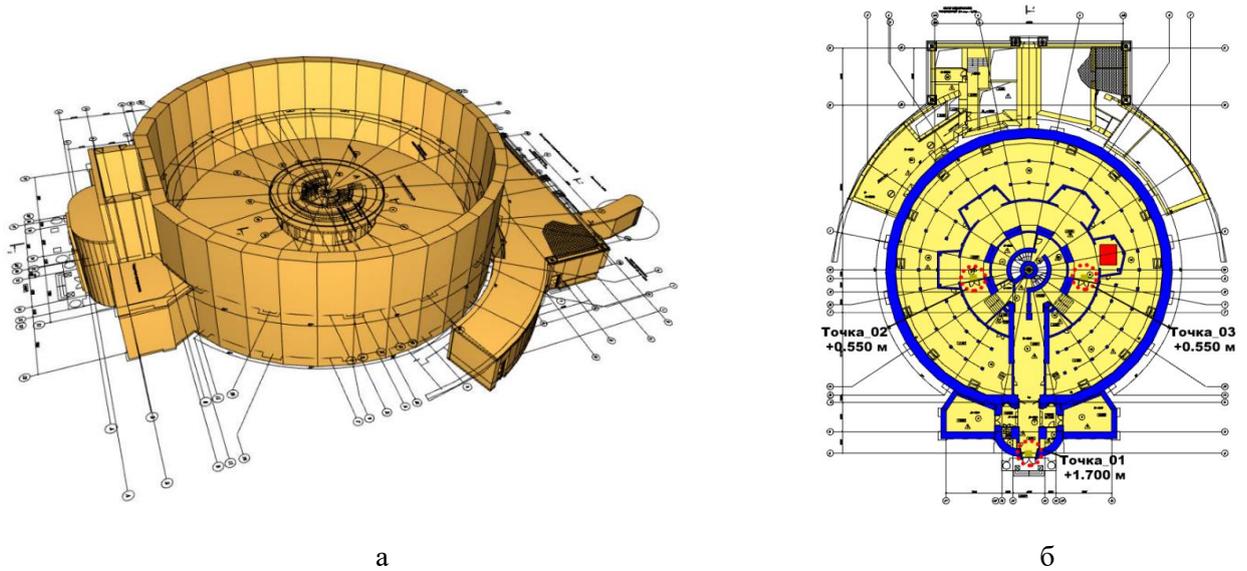


Рис.2. Расчет динамики развития опасных факторов пожара при помощи программного кода FDS-6.7.6 в оболочке PyroSim 2021.3.0901: а). – вид здания; б). – расчетных точек и модельной зоны горения

Расчетная область в виде расчетной сетки представлена системой помещений, связанных с помещением очага пожара дверными проемами и ограничена противопожарными преградами. В данном сценарии расчетная область занимает объем здания за исключением стилобатной части. Пожарная нагрузка в PyroSim принята исходя из функционального назначения помещения очага пожара – «Музеи, выставки». Удельное тепловыделение составляет 200 кВт/м^2 , скорость распространения пламени (v) – $0,0055 \text{ м/с}$. Время моделирования пожара (t) – 200 с . Максимальная площадь горения рассчитывается по формуле $S_{\text{max}} = \pi \cdot v^2 \cdot t^2$ и составляет $3,8 \text{ м}^2$. Так как максимальная площадь горения меньше площади помещения очага пожара ($226,76 \text{ м}^2$), максимальная площадь горения принимается равной расчетной – $3,8 \text{ м}^2$. Размеры источника пожара в программном обеспечении PyroSim – $2,9 \times 2,3$ метров.

При моделировании не учитываются системы пожаротушения и противодымной защиты. Моделирование проводится с учетом наличия противопожарных дверей. При возникновении пожара дым и другие опасные факторы распространяются под потолком, формируя дымовой слой, и опускаются, блокируя эвакуационные выходы. Все двери принимаются открытыми за исключением наружных и противопожарных дверей. По результатам расчета составлены графики опасных факторов пожара для помещения экспозиционного зала (рис. 3) и проведен расчет эвакуации по точкам (табл. 1).

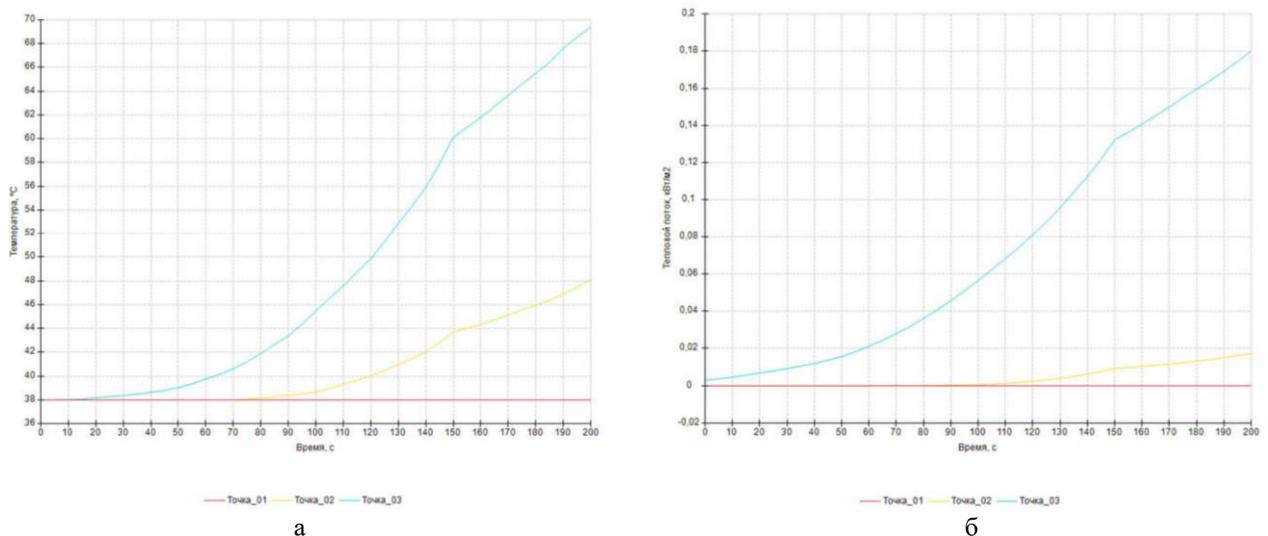


Рис.3. Графики опасных факторов пожара: а). – температуры; б). – теплового потока

Таблица 1. Расчет вероятности эвакуации: по точкам сравнения

Точка	0,8·Тбл, с	СОУЭ 3-5 типа	Эвакуация из помещения пожара	Рэ
N		140	37	
Тнэ		60	7,3	
Точка_01	>160	152,1 (0,999)	105 (0,999)	0,999
Точка_02	112,03	–	26,33 (0,999)	0,999
Точка_03	72,04	–	34,93 (0,999)	0,999
Рэ		0,999	0,999	

Таким образом, согласно (табл. 1), вероятность эвакуации в помещении эвакуационного зала составляет $R_{э} = 0,999$.

Таблица 2. Исходные данные для расчета расчетной величины индивидуального пожарного риска

Параметр	Описание	Значение
Qп	Частота возникновения пожара в здании в течение года	0,0138
	Время присутствия людей в здании, часов	8
Рпр	Вероятность присутствия людей в здании	0,333
Кап	Оборудование здания системой не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности	0,9
Кобн	Здание оборудовано системой, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности	0,8
Ксоуэ	Здание оборудовано системой, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности	0,8
Кпдз	Оборудование здания системой не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности	0,8
Кпз		0,8704
Рэ	Вероятность эвакуации	0,999

Расчетная величина индивидуального пожарного риска $Q_{в,i}$ для i -го сценария пожара рассчитывается по формуле: $Q_{в,i} = Q_{п,i} \cdot (1 - Ка_{п,i}) \cdot Р_{пр,i} \cdot (1 - Р_{э,i}) \cdot (1 - К_{п.з,i})$, согласно исходных параметров приведенных в (табл. 2) величина индивидуального пожарного риска будет равна: $Q_{в,i} = Q_{п,i} \cdot (1 - Ка_{п,i}) \cdot Р_{пр,i} \cdot (1 - Р_{э,i}) \cdot (1 - К_{п.з,i}) = 0,0138 \cdot (1 - 0,9) \cdot 0,333 \cdot (1 - 0,999) \cdot (1 - 0,8704) = 0,06 \cdot 10^{-6}$, индивидуальный пожарный риск для объекта расчета не превышает допустимое значение ($1 \cdot 10^{-6}$).

Таким образом применение рекомендаций по разделению больших залов противопожарными перегородками и повышение огнестойкости несущих конструкций огнезащитными составами и углеродными лентами марки Fibarm Tape 530/300 обеспечит соответствие объекта культурного значения требованиям №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», применение данных рекомендаций и методов расчета индивидуального пожарного риска возможно на других объектах культурного наследия с аналогичной объемно-планировочной схемой.

ВЫВОДЫ

1. Проведен анализ современного состояния и основных причин пожара на примере объекта культурного наследия федерального значения здания панорамы «Оборона Севастополя в 1854-1855 годах», установлено не соответствие помещения экспозиционного зала требованиям №123-ФЗ.

2. Даны рекомендации по повышению предела огнестойкости несущих и ограждающих конструкций предметного плана композитными материалами и огнезащитными составами.

3. Проведен расчет динамики развития опасных факторов пожара и расчет индивидуального пожарного риска в помещении экспозиционного зала и предметного плана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 04.07.2008 N 123 – ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»: Федеральный закон от 22.07.2008 N 123 – ФЗ.
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 22 июля 2020 года №1084 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска». <http://www.consultant.ru/> (Режим доступа свободный, дата обращения 30.08.2024).
3. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информ.- аналитич. сб. П 46 Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. – 80 с.
4. Cheriyan, D. et al. Assessing the distributional characteristics of PM10, PM2. 5, and PM1 exposure profile produced and propagated from a construction activity / D. Cheriyan // Journal of Cleaner Production. – 2020. – Т. 276. – С. 124335.
5. Khan, M. et al. Environmental Particulate Matter (PM) exposure assessment of construction activities using low-cost pm sensor and latin hypercubic technique / M. Khan // Sustainability. – 2021. – Т. 13. – №. 14. – С. 7797.
6. ГОСТ Р. 56929-2016. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Исследование фракционного состава пыли оптическим методом при нормировании качества атмосферного воздуха [Текст]. – Введ. 2017–02–01. – М.: Стандартинформ. – 2016. – 16 с.
7. ГОСТ Р 70230-2022. Национальный стандарт Российской Федерации. Качество воздуха. Методика определения массовой концентрации взвешенных частиц PM2.5. PM10 в воздухе рабочей зоны на основе анализа фракционного состава пыли [Текст]. – Введ. 2023–01–01. – М.: Стандартинформ. – 2023. – 16 с.
8. Стреляева, А.Б. Экологическая безопасность при проведении земляных и строительно-отделочных работ / А.Б. Стреляева, Е.А. Калюжина // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2017. – № 50(69). – С. 321-329. – EDN YMOSXV
9. Проблемы экологической безопасности при проведении отделочных работ на строительных объектах / К.А. Елфимов, Е.А. Калюжина, А.Ю. Моисеенко, М.Д. Азарова // Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 7(79). – С. 503-511. – EDN CAWUIL.
10. Матвеев, В.А. Анализ современного состояния и совершенствование систем контроля и защиты объектов культурного наследия на примере здания панорамы «Оборона Севастополя в 1854-1855 годах»//Экономика строительства и природопользования – 2023. – №2 (87). – С. 104–111.
11. Бирюков, В.И. Об исследовании параметров распространения пыли при проведении строительно-отделочных работ / В.И. Бирюков, А.Б. Стреляева, Н.А. Маринин // Интернет-вестник ВолгГАСУ. – 2013. – № 3(28). – С. 2. – EDN RZJFUN.

IMPROVING THE FIRE SAFETY OF CULTURAL HERITAGE SITES DURING THEIR RESTORATION AND OPERATION

¹Matveev V.A., ²Nichkova L.A.

^{1,2} Sevastopol State University, Sevastopol, Russian Federation

Annotation. The results of the analysis of the occurrence of fires at cultural heritage sites are presented. An overview of the current state of fire protection of the panorama building "Defense of Sevastopol in 1854-1855" is given, measures to increase fire risk in the premises of the exposition hall of the building are proposed. The calculation of the individual fire risk of the premises was carried out taking into account the proposed measures.

Keywords: fire, cultural heritage sites, panorama building "Defense of Sevastopol in 1854-1855", fire safety, fire resistance increase, fire risk.

УДК 399. 763

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭВАКУАЦИОННЫМ ПУТЯМ И ВЫХОДАМ НА ОБЪЕКТАХ СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЫ

Рыкунов С.М.

Политехнический институт (структурное подразделение), ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», 299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33, e-mail: smrykunov@sevsu.ru

Аннотация. В статье представлены противопожарные требования к эвакуационным путям и выходам на объектах социальной сферы, целью которой является поддержание высокого уровня пожарной безопасности в населенных пунктах и местах концентрации материальных ценностей.

Ключевые слова: эвакуационные выходы, высотные здания, помещения, безопасная зона, этаж, выход, лестничная клетка, технический этаж, противопожарный контейнер, кровля.

ВВЕДЕНИЕ

Движение в здании людей можно разделить на два типа: нормальное и вынужденное. При вынужденном движении люди направляются в сторону эвакуационных выходов. При этом плотность людского потока может достигать предельных значений, при которых возможно повреждение человеческого организма с тяжёлыми увечьями и даже смертельным исходом.

К эвакуационным выходам в высотных зданиях можно отнести: выходы из помещений, ведущие наружу в безопасную зону (первые этажи); выходы непосредственно в лестничную клетку; выходы на технические этажи, если они представляют собой «противопожарные контейнеры». К аварийным выходам так же относятся выходы на эксплуатируемую кровлю. В высотных зданиях на кровле должна быть предусмотрена взлетно-посадочная площадка для вертолетов экстренной помощи [1].

Эвакуацию в высотных зданиях следует предусматривать не менее чем по двум незадымляемым лестничным клеткам. Так как лестничные клетки и лифтовые шахты представляют собой своего рода «дымоход», то их необходимо разбивать на отсеки по всей высоте здания через каждые 30-50 м (рис. 1) и предусматривать подпор воздуха соответственно.

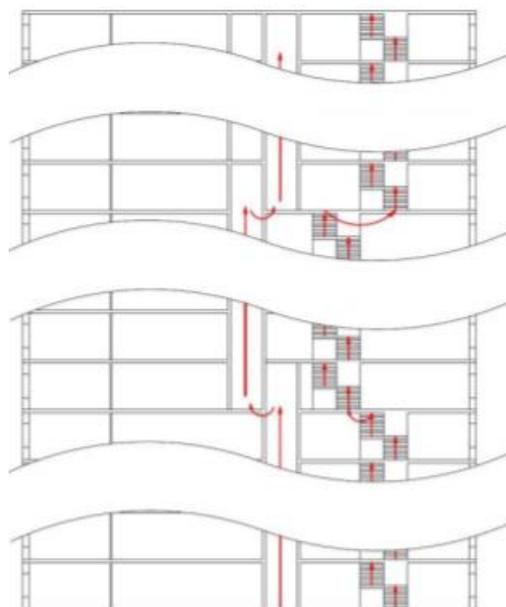


Рис. 1. Схема деления высотного здания на противопожарные отсеки

При эвакуации люди не могут пользоваться пассажирскими лифтами, потому что они могут быть обесточены в связи развивающимся пожаром.

Согласно СП 456.1311500.2020 требования пожарной безопасности при проектировании, реконструкции, капитальном ремонте, изменении функционального назначения, эксплуатации, а также при техническом перевооружении многофункциональных зданий высотой не более 50 м, содержащих следующие помещения, части здания или пожарные отсеки в любой комбинации:

- кинотеатры, концертные залы, выставки;
- организации торговли и общественного питания, аптеки, помещения для посетителей организаций бытового и коммунального обслуживания с нерасчетным числом посадочных мест для посетителей, физкультурно-оздоровительные комплексы и спортивно-тренировочные учреждения с помещениями без трибун для зрителей;
- банки, конторы, офисы;
- стоянки автомобилей;
- гостиницы, апартаменты.

Для обеспечения пожарной безопасности, размещение МФЗ должно осуществляться таким образом, чтоб подъезд пожарных автомобилей был обеспечен со всех сторон.

Устройство атриумов

Параметры проездов для пожарной техники и мероприятия по обеспечению деятельности пожарных подразделений для МФЗ должны приниматься в соответствии с нормативными требованиями исходя из класса функциональной пожарной опасности пожарного отсека или части здания.

МФЗ I, II степеней огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности С0 вместо противопожарных стен допускается использование одного из способов или их комбинации:

- устройство водяных дренчерных завес в две нити, расположенных на расстоянии 0,5 м и обеспечивающих интенсивность орошения не менее 1 л/с на 1 м длины завес при времени работы не менее 1 ч, в сочетании с экранами из негорючих материалов и устройством зоны, свободной от пожарной нагрузки, шириной не менее 4 м в обе стороны от завес;
- устройство противопожарных перегородок 1-го типа с устройством зоны, свободной от пожарной нагрузки, шириной не менее 2 м в обе стороны от преграды;
- устройство эвакуационных коридоров (коридоров безопасности), выделенных противопожарными перегородками 1-го типа на всю высоту этажа с подпором воздуха при пожаре.

Сообщение между пожарными отсеками по вертикали должно осуществляться через незадымляемые лестничные клетки, лифтовые шахты, защищенные приточной противодымной вентиляцией согласно требованиям СП 7.13130.

Мероприятия для обеспечения безопасности людей, относящихся к маломобильным группам населения, следует выполнять в соответствии с требованиями СП 59.13330.2020.

Размещать в МФЗ стоянки автомобилей следует в соответствии с требованиями СП 4.13130, СП 154.13130, СП 113.13330.

Помещения, рассчитанные на одновременное пребывание более 150 человек, следует размещать не ниже первого подземного (подвального) этажа (за исключением подземных автостоянок).

Размещаемые в МФЗ помещения складского назначения, помещения для инженерного оборудования и технического обслуживания с наличием пожароопасных технологических процессов (котельные, системы газоснабжения, электроснабжения и т.д.) следует проектировать в соответствии с требованиями СП 4.13130 и других нормативных документов по пожарной безопасности.

Размещение трансформаторных подстанций следует предусматривать на первом, цокольном или первом подземном этажах с выделением противопожарными преградами по и выходом непосредственно наружу. Трансформаторы должны применяться только сухие или заполненные негорючими жидкостями.

В МФЗ I-III степени огнестойкости допускается предусматривать антресоли. Предел огнестойкости строительных конструкций антресоли должен составлять не менее R(EI) 45.

Площадь этажа в пределах пожарного отсека определяется с учетом площадей антресолей в помещениях этажа.

Устройство атриумов допускается в зданиях и пожарных отсеках I и II степеней огнестойкости класса конструктивной пожарной опасности С0. Высота атриума не должна превышать допустимую высоту пожарного отсека, в котором он расположен.

Площадь этажа в пределах пожарного отсека с атриумом определяется путем суммирования площади нижнего этажа атриума и площадей галерей, переходов и помещений всех вышележащих этажей, расположенных в пределах объема атриумного пространства, ограниченного противопожарными перегородками 1-го типа (в т.ч. светопрозрачными). При отсутствии противопожарных перегородок 1-го типа, отделяющих атриумное пространство от примыкающих к нему помещений, коридоров, галерей, площадь этажа в пределах пожарного отсека определяется путем суммирования площадей соответствующих этажей.

Вместо указанных противопожарных перегородок 1-го типа допускается применение светопрозрачного заполнения из закаленного стекла толщиной не менее 6 мм с защитой спринклерными оросителями системы автоматического пожаротушения с параметрами установок пожаротушения не менее чем по I группе помещений по СП 5.13130, расположенными со стороны защищаемых помещений на расстоянии не более 0,5 м от перегородок с шагом не более 2 м.

Площадь атриума противопожарными преградами не разделяется. Светопрозрачное заполнение в покрытии атриума следует выполнять из материалов группы горючести НГ, при этом конструкция такого покрытия должна быть выполнена из травмобезопасного армированного стекла или стекла типа "Триплекс". Допускается применение светопрозрачных материалов группы горючести не ниже Г1.

Высота атриума должна быть не более 28 м, при этом пол атриума не может быть ниже уровня земли более чем на 1 этаж [2].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Требования пожарной безопасности к путям эвакуации и эвакуационным выходам должны соответствовать СП 1.13130.2020 применительно к части здания соответствующего класса функциональной пожарной опасности, кроме случаев, специально оговоренных настоящим сводом правил.

При проектировании эвакуационных путей и выходов допускается предусматривать на путях эвакуации размещение тамбур-шлюзов, а при выходе непосредственно наружу из здания тамбуры (в том числе двойные), не считая их отдельными помещениями, разделение коридора противопожарными перегородками с дверями при обеспечении расстояний от дверей помещений до эвакуационных выходов из коридора в соответствии с требованиями настоящего свода правил и обеспечении необходимых параметров систем противопожарной защиты.

Количество эвакуационных выходов с эксплуатируемой кровли и использование для эвакуации лестниц 3-го типа следует определять в соответствии с требованиями настоящего свода правил к этажам, за исключением специально оговоренных случаев.

Эвакуационные выходы из подвальных этажей, а также из цокольных этажей, заглубленных более чем на 0,5 м, как правило, следует предусматривать непосредственно наружу обособленными от общих лестничных клеток здания. Допускается:

- эвакуационные выходы из указанных этажей предусматривать через общие лестничные клетки с обособленным выходом наружу, отделенным от остальной части лестничной клетки глухой противопожарной перегородкой 1-го типа. При этом смежные площадки и марши, разделяющие разные объемы лестничной клетки, должны иметь предел огнестойкости в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности, в том числе по признакам Е и I;

- эвакуационные выходы из указанных этажей с помещениями категорий В4, Г и Д предусматривать в помещения категорий В4, Г, Д и в вестибюль, расположенные на первом этаже зданий класса Ф5;

- эвакуационные выходы из фойе, гардеробных, курительных и санитарных узлов, размещенных на указанных этажах зданий классов Ф2, Ф3 и Ф4, предусматривать в вестибюль 1-го этажа по отдельным лестницам 2-го типа. При этом:

- вестибюль должен быть отделен от коридоров и смежных помещений противопожарными перегородками не ниже 1-го типа;

- помещения первого и вышележащих этажей должны иметь эвакуационные пути, не проходящие через этот вестибюль (за исключением помещений, выходящих в этот вестибюль);

- отделка помещений фойе, гардеробных, курительных и санитарных узлов должна предусматриваться материалами с классом пожарной опасности не выше, чем для зальных помещений в соответствии с положениями;

- помещения гардеробных должны иметь нормативное число эвакуационных выходов, кроме выходов на указанные лестницы.

Количество и ширина эвакуационных выходов из помещений, с этажей и из зданий следует определять в зависимости от максимально возможного числа эвакуирующихся через них людей и предельно допустимого расстояния от наиболее удаленного места возможного пребывания людей (рабочего места) до ближайшего эвакуационного выхода.

Части здания различной функциональной пожарной опасности, разделенные противопожарными преградами, должны быть обеспечены самостоятельными эвакуационными выходами, за исключением специально оговоренных случаев.

При высоте расположения этажа не более 15 м допускается (кроме зданий V степени огнестойкости) предусматривать один эвакуационный выход с этажа (или с части этажа, отделенной от других частей этажа противопожарными стенами не ниже 2-го типа или противопожарными перегородками 1-го типа) класса функциональной пожарной опасности Ф1.2, Ф3 и Ф4.3 площадью не более 300 м² с численностью не более 20 человек и при оборудовании выхода на указанную лестничную клетку с этажа, а также с нижележащих этажей, противопожарными дверями 2-го типа. Выход с эксплуатируемой кровли в указанном случае должен вести непосредственно в лестничную клетку.

Не менее двух эвакуационных выходов должны иметь этажи зданий с численностью 50 и более человек на этаже.

Не менее двух эвакуационных выходов должны иметь подвальные, а также цокольные этажи, заглубленные более чем на 0,5 м, при площади более 300 м² или предназначенные для одновременного пребывания более 15 человек.

Подвальные и цокольные этажи (заглубленные более чем на 0,5 м), за исключением технических этажей, предназначенных только для прокладки инженерных сетей без размещения инженерного оборудования, а также за исключением зданий класса Ф5, следует разделять на секции противопожарными преградами (перегородки не ниже 1-го типа, перекрытия не ниже 3-го типа). Площадь такой секции не должна превышать 700 м².

Для технического этажа или иного технического пространства, предназначенного для размещения инженерного оборудования, площадью до 300 м² допускается предусматривать один эвакуационный выход, а на каждые последующие полные и неполные 2000 м² площади следует предусматривать еще не менее одного выхода.

В технических подпольях эти выходы должны быть обособлены от выходов из здания и вести непосредственно наружу.

Выходы из технических этажей, расположенных в надземной части здания, допускается осуществлять через общие лестничные клетки, а в зданиях с незадымляемыми лестничными клетками типа Н1 - через наружную воздушную зону.

Из технических этажей и иных технических пространств, предназначенных только для прокладки инженерных сетей без размещения инженерного оборудования, допускается предусматривать эвакуационные выходы размером не менее 0,75х1,5 м - через двери, а также размером не менее 0,6х0,8 м - через люки. Выходы с покрытия, не являющегося эксплуатируемым, допускается предусматривать в соответствии с требованиями к выходам на кровлю для пожарных подразделений.

Расстояние между эвакуационными выходами из технических этажей и пространств должно быть не более 100 м.

Число эвакуационных выходов с этажа должно быть не менее двух, если на нем располагается помещение, которое должно иметь не менее двух эвакуационных выходов.

Если с этажа (части этажа) требуется устройство не менее двух эвакуационных выходов, то для всех помещений, находящихся на этаже (в части этажа), должен быть обеспечен доступ ко всем требуемым (но не менее чем к двум) эвакуационным выходам.

Число эвакуационных выходов из здания должно быть не менее числа эвакуационных выходов с любого этажа здания.

При наличии двух и более эвакуационных выходов из помещения, этажа или здания должна обеспечиваться суммарная требуемая ширина всех выходов без учета каждого одного из них, принимая во внимание их рассредоточенность.

Высота эвакуационных выходов в свету должна быть, как правило, не менее 1,9 м. На реконструируемых объектах (в случае, если проводимые работы не затрагивают указанные выходы), а также на объектах, являющихся памятниками архитектуры, допускается сохранение их геометрических параметров с размерами менее требуемых, но не менее 1,5 м. При этом должно быть проведено соответствующее обоснование, учитывающее существующее значение высоты выхода - расчетное, экспериментальное или иное.

В помещениях без постоянного пребывания людей, а также в помещениях с одиночными рабочими местами, допускается предусматривать эвакуационные выходы высотой не менее 1,8 м.

В любом случае при высоте выхода менее 1,9 м должно быть применено обозначение верхнего края выхода в соответствии с ГОСТ Р 12.4.026, а также обеспечена его травмобезопасность.

Ширина эвакуационных выходов должна быть, как правило, не менее 0,8 м. Из технических помещений и кладовых площадью не более 20 м² без постоянных рабочих мест, туалетных и душевых кабин, санузлов, а также из помещений с одиночными рабочими местами, допускается предусматривать эвакуационные выходы шириной не менее 0,6 м.

Минимальная ширина эвакуационных выходов из помещений и зданий, при числе эвакуирующихся через указанные выходы более 50 человек, должна быть не менее 1,2 м.

Ширина выходов из лестничных клеток наружу, а также выходов из лестничных клеток в вестибюль должна быть не менее требуемой ширины эвакуационного пути по маршруту лестницы, а в зданиях класса Ф2.1, Ф2.2, Ф4.1 - не менее ширины марша лестницы, определяемой расстоянием между ограждениями или между стеной и ограждением. При требуемом значении ширины выхода 1,2 м и более и наличии нескольких выходов из лестничной клетки их суммарная ширина должна быть не менее требуемого значения, а ширина каждого из выходов - не менее 0,9 м.

Перед наружной дверью (эвакуационным выходом) должна быть предусмотрена горизонтальная входная площадка с шириной не менее 1,5 ширины полотна наружной двери.

Двери эвакуационных выходов и двери, расположенные на путях эвакуации должны открываться по направлению выхода из здания.

Не нормируется направление открывания дверей для:

- а) помещений классов Ф1.3 и Ф1.4;
- б) помещений с одновременным пребыванием не более 15 человек и путей эвакуации, предназначенных не более чем для 15 человек, (кроме помещений категорий А и Б и их путей эвакуации);
- в) кладовых площадью не более 200 м² без постоянных рабочих мест;
- г) выхода на площадки лестниц 3-го типа;
- д) наружных дверей зданий, расположенных в северной строительной климатической зоне (подрайоны IA, IB, IC, ID, IIА);
- е) дверей, установленных в перегородках, разделяющих коридоры здания.

В зданиях высотой более 28 м, за исключением зданий класса Ф1.3 и Ф1.4, двери эвакуационных выходов из поэтажных коридоров, холлов, фойе, вестибюлей, лестничных клеток, за исключением выходов непосредственно наружу, должны быть противопожарными с пределом огнестойкости не менее EI 30.

Двери эвакуационных выходов из помещений и коридоров, защищаемых противодымной вентиляцией, а также двери, установленные в перегородках, разделяющих коридоры здания, должны быть оборудованы приспособлениями для самозакрывания и уплотнением в притворах.

Для дверей, к которым настоящим сводом правил предъявляются требования по наличию уплотнения в притворах, указанное уплотнение допускается не предусматривать в нижней части двери при отсутствии порога в случае, если эти двери отделяют помещения и коридоры, не оборудованные противодымной вентиляцией и требования к дымогазонепроницаемости дверей не регламентируются.

В случае, если по условиям технологии двери, расположенные на путях эвакуации, необходимо эксплуатировать в открытом положении, они должны быть оборудованы устройствами, обеспечивающими их автоматическое закрывание при пожаре.

При использовании двупольных дверей ширина эвакуационного выхода определяется только шириной выхода через "активные" дверные полотна. При этом учитывать ширину "пассивного" (зафиксированного) полотна не допускается. Для двупольных дверей следует предусматривать устройство самозакрывания с координацией последовательного закрывания полотен. При необходимости оснащения дверей устройствами типа "Антипаника" указанные устройства должны быть установлены на "активных" дверных полотнах.

Эвакуационные выходы из помещений непосредственно на лестничную клетку (за исключением незадымляемой лестничной клетки типа Н1), как правило, допускается предусматривать при выполнении следующих условий:

наличие не менее двух эвакуационных выходов с каждого этажа здания (за исключением случаев, указанных в пункте 4.2.9);

выполнение дверей указанных помещений противопожарными 1-го типа для зданий I, II степеней огнестойкости и 2-го типа - для зданий III, IV степеней огнестойкости;

защита указанных помещений вытяжной противодымной вентиляцией в случае, если лестничная клетка является незадымляемой.

Кроме указанных случаев допускается проектировать эвакуационные выходы из помещений непосредственно на лестничную клетку:

для зданий класса Ф1.3 (при наличии единственной лестничной клетки) в здании (секции) высотой не более 3-х этажей, не считая верхних технических этажей;

помещений групповых ячеек детских дошкольных учреждений;

помещений категории Д зданий класса Ф5.

При этом максимальное расстояние от выходов из квартир и групповых ячеек до марша эвакуационной лестницы должно предусматриваться в соответствии с требованиями настоящего свода правил к максимальному расстоянию из тупиковой части коридора в зданиях детских дошкольных учреждений.

При проектировании помещений с разделением на части трансформируемыми перегородками следует предусматривать эвакуационные выходы из каждой части.

Предельно допустимое расстояние от наиболее удаленной точки помещения, в которой может находиться человек, до ближайшего эвакуационного выхода, измеряемое по оси эвакуационного пути, устанавливается в зависимости от класса функциональной пожарной опасности и категории по пожаровзрывоопасности и пожарной опасности помещения и здания, численности эвакуируемых, геометрических параметров помещений и эвакуационных путей, класса конструктивной пожарной опасности и степени огнестойкости здания.

Высота горизонтальных участков путей эвакуации в свету, как правило, должна быть не менее 2 м. Допускается уменьшать указанную высоту до 1,8 м для горизонтальных участков путей эвакуации, по которым могут эвакуироваться не более 5 человек (за исключением участков, по которым могут эвакуироваться из помещений класса Ф1).

Высоту горизонтальных участков путей эвакуации технических пространств, предназначенных только для прокладки коммуникаций, допускается принимать равной высоте технического пространства.

В технических этажах и иных технических пространствах, предназначенных только для прокладки коммуникаций, на отдельных участках протяженностью не более 2 метров допускается уменьшать высоту прохода до 1,2 метра. Высоту вспомогательных (неосновных) проходов также допускается уменьшать до 1,2 метра.

В местах уменьшения высоты эвакуационного пути до значения менее 2 м требуется предусматривать обозначения указанных мест сигнальной разметкой в соответствии с ГОСТ 12.4.026 и мероприятия для предотвращения травмирования людей.

Ширина горизонтальных участков путей эвакуации и пандусов должна быть не менее:

- 1,2 м - для коридоров и иных путей эвакуации, по которым могут эвакуироваться более 50 человек;

- 0,7 м - для проходов к одиночным рабочим местам;

- 1,0 м - во всех остальных случаях.

При дверях, открывающихся из помещений в коридоры, за ширину эвакуационного пути по коридору следует принимать ширину коридора, уменьшенную:

- на половину ширины дверного полотна - при одностороннем расположении дверей либо при двустороннем расположении дверей, если минимальное расстояние между любыми двумя дверями противоположных сторон коридора составляет 10 м и более;

- на ширину дверного полотна - при двустороннем расположении дверей.

Это требование не распространяется на поэтажные коридоры (холлы), устраиваемые в секциях зданий класса Ф1.3 между выходом из квартиры и выходом в лестничную клетку.

В полу на путях эвакуации, как правило, не допускаются перепады высот менее 0,45 м и выступы, за исключением порогов в дверных проемах высотой не более 50 мм и иной высоты для специально оговоренных случаев. При наличии таких перепадов и выступов, в местах перепада высот следует предусматривать лестницы с числом ступеней не менее трех или пандусы с уклоном не более 1:6. Требования к минимальному количеству ступеней не распространяются на проходы со ступенями между рядами мест в зрительных залах, спортивных сооружениях и аудиториях, а также на сооружения наружных крылец.

При высоте лестниц (в том числе размещенных в лестничных клетках) более 45 см следует предусматривать ограждения с поручнями. При ширине лестниц более 1,5 м поручни должны быть предусмотрены с двух сторон, а при ширине 2,4 м и более - необходимо предусматривать промежуточные поручни. В зданиях с возможным пребыванием детей, при наличии просвета между маршами лестниц 0,3 м и более, а также в местах опасных перепадов (1 м и более) высота указанных ограждений должна предусматриваться не менее 1,2 м.

На путях эвакуации, как правило, не допускается:

- устройство криволинейных лестниц, лестниц с забежными ступенями, ступеней с различной шириной проступи и различной высоты, разрезных лестничных площадок, за исключением криволинейных лестниц, ведущих из служебных помещений (кроме зданий лечебных учреждений) с пребыванием не более 5 человек, и криволинейных парадных лестниц при выполнении условий подраздела 4.4 настоящего свода правил, а также за исключением случаев, предусмотренных нормативными документами по пожарной безопасности;

- устройство криволинейных ступеней, ступеней с различной шириной проступи и различной высоты в пределах марша лестницы или лестничной клетки. Допускается в пределах лестничной клетки или лестницы устройство ступеней с иными параметрами для маршей, ведущих в технические этажи, чердаки, на кровлю (за исключением эксплуатируемой) и в служебные помещения с пребыванием не более 5 человек при выполнении условий подраздела 4.4 настоящего свода правил.

В эвакуационных коридорах, как правило, не допускается размещать оборудование, выступающее из плоскости стен на высоте менее 2 м, трубопроводы с горючими газами и жидкостями, а также встроенные шкафы, кроме встроенных шкафов для коммуникаций и пожарных кранов. Шкафы для коммуникаций и пожарных кранов, а также оборудование, предусмотренное в зданиях класса Ф5 в случаях, оговоренных в настоящем своде правил, допускается предусматривать выступающими из стен при сохранении нормативной ширины пути эвакуации, обозначении выступающих конструкций в соответствии с ГОСТ Р 12.4.026 и выполнении мероприятий, направленных на исключение травмирования людей. Размещение радиаторов отопления также может быть предусмотрено с учетом требований пункта 4.4.9.

Коридоры длиной более 60 м следует разделять противопожарными перегородками 2-го типа на участки, длина которых не должна превышать 60 м. Сидячие места для ожидания (стулья, скамьи), как правило, следует предусматривать в зонах рекреаций. Допускается их размещение в эвакуационных коридорах общественных зданий вдоль стен при ширине коридоров не менее 2,5 м, наличии аварийного освещения и сохранении нормативного значения ширины пути эвакуации с учетом размещения указанных мест. При оборудовании мест для ожидания не допускается применение пластиковой мебели, а также материалов с показателем токсичности Т4.

При устройстве прохода к лестничным клеткам или наружным лестницам через плоские кровли (в том числе и неэксплуатируемые) или наружные открытые галереи несущие конструкции покрытий и галерей следует проектировать с классом пожарной опасности К0 и пределом огнестойкости не менее:

- R(EI) 15 для эвакуации из помещений без постоянных рабочих мест;

R(EI) 30 в остальных случаях.

Проходы должны быть предусмотрены по участкам, выполненным из негорючих материалов, и рассчитаны на соответствующую весовую нагрузку. Ширину проходов следует определять в соответствии с требованиями пункта 4.3.3 настоящего свода правил.

В многофункциональных зданиях при наличии общих путей эвакуации для частей здания различной функциональной пожарной опасности геометрические параметры путей эвакуации (длина и ширина) должны быть подтверждены расчетом пожарного риска. Ширину тамбуров и тамбур-шлюзов, расположенных на путях эвакуации, следует принимать больше ширины дверных проемов не менее чем на 0,5 м, а глубину - более ширины дверного полотна не менее чем на 0,5 м, но не менее 1,5 м. При выходе в тамбур или тамбур-шлюз двух и более дверей не допускается взаимное пересечение траекторий открывания этих дверей.

В зданиях и сооружениях на путях эвакуации следует предусматривать аварийное освещение в соответствии с требованиями СП 52.13330.

ИНТЕНСИВНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

Части здания различной функциональной пожарной опасности, выделенные противопожарными преградами в пожарные отсеки, в составе многофункционального здания должны быть обеспечены обособленными эвакуационными выходами с этажа. Допускается предусматривать не более 50% выходов в соседние пожарные отсеки (за исключением выхода в отсек класса Ф5 из частей здания иной функциональной пожарной опасности), размещенные на одном этаже, при условии, если указанными преградами являются противопожарные стены (перегородки). При этом части здания класса Ф5 должны быть обеспечены обособленными эвакуационными выходами. Не менее двух эвакуационных выходов должны иметь, как правило, помещения подвальных и цокольных этажей (заглубленных более чем на 0,5 м), предназначенные для одновременного пребывания более 6 человек. В помещениях указанных этажей, предназначенных для одновременного пребывания от 6 до 15 человек, один из двух выходов допускается предусматривать аварийным в соответствии с требованиями подпункта "г" пункта 4.2.4, помещения, предназначенные для одновременного пребывания 50 и более человек; помещения, за исключением помещений класса Ф5, рассчитанные на единовременное пребывание в нем менее 50 человек (в том числе амфитеатр или балкон зрительного зала), с расстоянием вдоль прохода от наиболее удаленного места (рабочего места) до эвакуационного выхода более 25 м. При наличии эвакуационных выходов в это помещение из соседних помещений с пребыванием более 5 человек каждое указанное расстояние должно включать в себя длину пути эвакуации людей из этих помещений, помещение, если суммарное количество людей, находящихся в нем и примыкающих помещениях (с эвакуационным выходом только через это помещение), составляет 50 и более человек.

Если из помещения требуется устройство не менее 2-х эвакуационных выходов, то через одно соседнее помещение допускается предусматривать не более 50% таких выходов. Не менее двух эвакуационных выходов, как правило, должны иметь этажи зданий класса Ф1.1, Ф1.2, Ф2.1, Ф2.2, Ф3, Ф4. В таблице 1 представлены данные по скорости и интенсивности движения людей в зависимости от плотности потока, скорости движения и количества дверных проемов.

Таблица 1.

Данные по скорости и интенсивности движения людей

Плотность потока, м/м ²	Горизонтальный путь		Дверной проем интенсивность q, м/мин	Лестница вниз		Лестница вверх	
	Скорость v, м/мин	Интенсивность q, м/мин		Скорость v м/мин	Интенсивность q, м/мин	Скорость v м/мин	Интенсивность q, м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8
0,01	100	1	1	100	1	60	0,6
0,05	100	5	5	100	5	60	3
0,1	80	8	8,7	95	9,5	53	5,3
0,2	60	12	13,4	68	13,6	40	8
0,3	47	14,1	16,5	52	16,6	32	9,6

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
0,4	40	16	18,4	40	16	26	10,4
0,5	33	16,5	19,6	31	15,6	22	11
0,7	23	16,1	18,5	18	12,6	15	10,5
0,8	19	15,2	17,3	13	10,4	13	10,4
0,9 и более	15	13,5	8,5	8	7,2	11	9,9

Примечание. Табличное значение интенсивности движения в дверном проеме при плотности потока 0,9 и более, равное 8,5 м/мин, установлено для дверного проема шириной 1,6 м и более, а при дверном проеме меньшей ширины δ интенсивность движения следует определять по формуле $q=2,5+3,75\delta$

ВЫВОДЫ

Развитие норм безопасного поведения и уровня подготовленности каждого человека являются определяющими факторами с точки зрения недопущения развития опасных и чрезвычайных ситуаций и минимизации их негативных последствий. Учёт человеческого фактора в процессе обеспечения безопасности жизнедеятельности не может сводиться только к формированию у населения знаний и умений. В настоящее время уделяется большое как профилактике пожаров, так и количеству уделяемому времени, начиная с проведения рейдовых обходов; распространение печатной продукции среди населения; проведением консультаций с руководителями объектов для разъяснения требований нормативных документов о правилах пожарной безопасности; и заканчивая трансляцией социальных видео роликов на телевидении, а также аудио и видео трансляцией в местах массового пребывания людей, публикацией статей в газетах и социальных сетях, с целью информирования населения о состоянии обстановки с пожарами.

ЛИТЕРАТУРА

1. О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 26.12.2008 № 294-ФЗ // СПС «Консультант плюс». – URL: <http://www.consultant.ru/>. (Режим доступа свободный, дата обращения 28.08.2024).
2. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ // СПС «Консультант плюс». – URL: <http://www.consultant.ru/>. (Режим доступа свободный, дата обращения 30.08.2024).
3. Гагарин, В.Г. Требования к теплозащите и энергетической эффективности в проекте актуализированного СНИП «Тепловая защита зданий» / В.Г. Гагарин, В.В. Козлов // Жилищное строительство. – 2011. – №8. – С.2-6.
4. Горшков, А.С. История, эволюция и развитие нормативных требований к ограждающим конструкциям [Текст] / А.С. Горшков, В.И. Ливчак // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. – №3(30) – С.3-30.
5. Дворецкий, А.Т. Низкоэнергетические здания: окна, фасады, солнцезащита, энергоэффективность: монография / А.Т. Дворецкий, А.В. Спиридонов, И.Л. Шубин. – М.: Директ-Медиа, 2022, – 232с.
6. Лapidус, А.А. Особенности проведения строительного контроля для достижения требований энергоэффективности ограждающих конструкций многоэтажных жилых зданий / А.А. Лapidус, Я.С. Туласынова, К.А. Назарова // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 3(87). – С. 399-407. – EDN REUGFS
7. Энергоаудит объектов капитального строительства, реконструкции и перепрофилирования перед вводом в эксплуатацию / Топчий Д.В., Юргайтис А.Ю., Кравчук А.С., Шевчук Д.А. // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2019. – Т. 9. № 1 (28). – С. 134-143.
8. Бармотин, А.А. Особенности проектирования фасадов гражданских зданий / А.А. Бармотин // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2022. – № 1(153). – С. 142-147. – EDN ONGWIZ.
9. Вяткина, А.А. Анализ окупаемости работ по утеплению фасадов жилых домов для повышения их энергоэффективности при капитальном ремонте / А.А. Вяткина // Безопасность

строительного фонда России проблемы и решения: материалы Международных академических чтений, Курск, 15 ноября 2019 года. – Курск: Курский государственный университет, 2019. – С. 240-245. – EDN XVDBSU.

10. Ничкова, Л.А. Анализ аварийности на транспорте в условиях развития цифровых и информационных технологий // Ничкова Л.А., Смоленская Т.Ю., Царук И.И., Малышева А.К. // Экономика строительства и природопользования – 2023. – №3 (88). – С. 97–104.

11. Стандарт организации СТО АРСС 11251254.001-018-4: Руководство по проектированию сталежелезобетонных конструкций (в развитие СП 266.1325800.2016 «Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования»). Ассоциация развития стального строительства; [И.И. Ведяков, Д.В. Конин, С.Б. Крылов, В.А. Семенов, А.С. Крылов, Л.С. Рожкова]. – М.: АКЦИОМ ГРАФИКС ЮНИОН, 2018. – 105 с.

FIRE PROTECTION REQUIREMENTS FOR EVACUATION ROUTES AND EXITS AT SOCIAL FACILITIES

Rykunov S.M.

Sevastopol State University, Sevastopol, Russian Federation

Annotation. The article presents fire protection requirements for evacuation routes and exits at social facilities, the purpose of which is to maintain a high level of fire safety in settlements and places of concentration of material assets.

Keywords: evacuation exits, high-rise buildings, premises, safe zones, floor, exit, stairwell, technical floor, fire container, roof.

УДК: 504.3.054:621.18- 1/-9

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВКЛАДА АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЧАСТНОГО СЕКТОРА В ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДАХ - УЧАСТНИКАХ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО КВОТИРОВАНИЮ ВЫБРОСОВ НА ОСНОВЕ СВОДНЫХ РАСЧЕТОВ

Оводков М.В.¹, Петров В.О.², Кочнов Ю.М.³, Азаров В.Н.⁴

^{1,2,3,4} ФГБУ «ВНИИ Экология», г. Москва, Российская Федерация

¹ кафедра экологической и промышленной безопасности Института тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова РТУ МИРЭА

¹m.ovodkov@vniiecolgy.ru, ²v.petrov@vniiecolgy.ru, ³y.kochnov@vniiecolgy.ru, ⁴azarovpubl@mail.ru

Аннотация. Актуальность: отсутствие единообразной легитимной методологии моделирования зон загрязнения атмосферы от автономных источников теплоснабжения частного сектора (далее - АИТ).

Цель: разработка единообразной для всех территорий эксперимента методологии моделирования зон загрязнения атмосферы, обусловленных выбросами АИТ, а также применение разработанной методологии на примере пилотных городов – участников федерального проекта «Чистый воздух» и эксперимента по квотированию выбросов.

Результаты: в статье представлены основные результаты работы ФГБУ «ВНИИ Экология» по моделированию вклада автономных источников теплоснабжения частного сектора в загрязнение атмосферного воздуха в пилотных городах – участниках эксперимента по квотированию выбросов на основе сводных расчетов. Подробно описаны механизмы формирования базы исходных данных для проведения сводных расчетов по пилотным городам в части включения в них результатов моделирования выбросов от автономных источников тепла частного сектора. На основе сводных расчетов проведен анализ вкладов автономных источников теплоснабжения частного сектора в загрязнение атмосферы.

Ключевые слова: сводные расчеты, эксперимент по квотированию, атмосферный воздух, загрязняющие вещества, выбросы, автономные источники теплоснабжения.

ВВЕДЕНИЕ

Атмосферный воздух, как отмечается в преамбуле к Федеральному закону [1], является жизненно важным компонентом окружающей среды, неотъемлемой частью среды обитания человека, растений и животных. Загрязнение атмосферного воздуха было и остается одним из основных видов негативного воздействия на окружающую среду. Наибольший вред здоровью населения наносится в городах, уровень загрязнения атмосферного воздуха в которых оценивается как высокий и очень высокий.

Задача охраны атмосферного воздуха от негативного воздействия выбросов загрязняющих веществ (далее – ЗВ) Указом Президента РФ [2] определена как одна из основных составляющих стратегии экологической безопасности РФ. Позже эта задача была конкретизирована. Так, Указом Президента РФ [3] была поставлена задача – снижение валовых выбросов ЗВ в атмосферу к 2024 г. на 20%, а Указом Президента РФ [4] поставлена задача – до 2030 г. снизить в 2 раза выбросы опасных ЗВ. И, наконец, Указом Президента РФ [5] поставлена дополнительная задача – поэтапное снижение к 2036 г. в 2 раза выбросов опасных ЗВ, оказывающих наибольшее негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека, в городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха.

Для достижения поставленных целей в рамках национального проекта «Экология» стартовал федеральный проект «Чистый воздух», направленный на кардинальное улучшение экологической обстановки и призванный положительно повлиять на благополучие россиян. В рамках данного федерального проекта в соответствии с Федеральным законом [6] в 12 городских округах (Братск, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Челябинск, Череповец и Чита) проводится эксперимент по квотированию выбросов ЗВ в атмосферный воздух. Уровень загрязнения атмосферы в 9 из указанных городов согласно данным Росгидромета характеризовался как очень высокий и в 3 - как высокий.

В соответствии с Федеральным законом [6] система квотирования выбросов предусматривает осуществление на территориях эксперимента особого порядка регулирования выбросов на основе сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха (далее – СР) с учетом целевых показателей снижения выбросов.

С учетом Послания Президента РФ Федеральному Собранию РФ от 21.04.2021 в части распространения системы квотирования выбросов ЗВ на все города страны распоряжением Правительства РФ [7] территория эксперимента по квотированию выбросов ЗВ на основе СР расширена на 29 городских поселений и городских округов: Абакан, Астрахань, Барнаул, Иркутск, Махачкала, Ростов-на-Дону, Гусиноозерск, Селенгинск, Улан-Удэ, Кызыл, Черногорск, Петровск-Забайкальский, Ачинск, Лесосибирск, Минусинск, Уссурийск, Комсомольск-на-Амуре, Чегдомын, Ангарск, Зима, Свирск, Усолье-Сибирское, Черемхово, Шелехов, Кемерово, Курган, Искитим, Новочеркасск и Южно-Сахалинск.

В составе учитываемых в СР источниках выбросов, помимо промышленных объектов и автотранспорта, особое место занимают автономные источники теплоснабжения частного сектора (далее – АИТ), которые, при определенных условиях, способны обеспечить превышения нормативов допустимых концентраций в контрольных точках жилой зоны. При подготовке в 2023-2024 годах СР «ВНИИ Экология» использован усовершенствованный метод расчета выбросов от АИТ, описанный в настоящей статье. Также на основе разработанного метода проведены исследования по оценке вклада АИТ в загрязнение атмосферы пилотных городов.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Проведенный в рамках подготовки настоящей статьи анализ нормативно - правовых и инструктивно - методических документов, научных и обзорных публикаций, а также иных информационных источников по теме расчетной оценки выбросов ЗВ от АИТ, показал отсутствие единообразной легитимной методологии моделирования зон загрязнения атмосферы от АИТ. В связи с этим, а также с учетом целеполагания квотирования выбросов, поднимаемые в статье вопросы представляются актуальными и востребованными.

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью проведенного исследования является разработка единообразной для всех территорий эксперимента методологии моделирования зон загрязнения атмосферы, обусловленных выбросами АИТ, а также применение разработанной методологии на примере пилотных городов.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

1. АИТ в сводных расчетах загрязнения атмосферы

СР представляют собой расчеты приземных концентраций ЗВ в атмосферном воздухе на основе выбросов всех стационарных и передвижных источников загрязнения атмосферного воздуха на территории населенного пункта. Результаты проведения СР создают основу для научно-обоснованного экологического планирования, а также являются основой проведения эксперимента по квотированию выбросов. По результатам проведения СР определяются квотируемые объекты и приоритетные загрязняющие вещества, определяются фактические и допустимые вклады в концентрации ЗВ в контрольных точках и устанавливаются квоты выбросов.

Еще в конце прошлого века предпринимались первые попытки проведения СР (ранее вместо СР применялось понятие «сводный том ПДВ») отдельными регионами для оценки уровня загрязнения воздушного бассейна. При этом, в качестве основных источников выбросов ЗВ, рассматривались лишь стационарные источники промышленных объектов и, в малой степени, элементы транспортной инфраструктуры. Сегодня СР являются ключевой составляющей эксперимента по квотированию, который проводится в 41 пилотном городе. При формировании исходных данных для проведения СР для этих городов учитываются три типа объектов, оказывающих негативное воздействие на состояние окружающей среды: стационарные промышленные объекты, автотранспортные потоки и автономные источники тепла частного сектора. СР проводятся в соответствии с согласованной в установленном порядке расчетной моделью МРР-2017 [8], Правилами проведения сводных расчетов [9] и Правилами квотирования [10].

Для проведения СР необходимо иметь максимально приближенные к реальности исходные данные о параметрах источников загрязнения атмосферы по трем группам объектов негативного воздействия:

- стационарные источники загрязнения атмосферы (далее – ИЗА) действующих промышленных объектов (юридических лиц и (или) индивидуальных предпринимателей);

- передвижные ИЗА (транспорт города), в состав которых, согласно правилам проведения СР, были включены все автомагистрали городов с интенсивностью движения более 300 автомобилей в час;

- АИТ, представляющие собой бытовые печи и котлы различных конструкций, использующие в качестве топлива природный газ, различные марки каменных и бурых углей и различные виды топлива на основе древесины.

В основу СР положена официальная модель МРР-2017 [8]. Для формирования исходных данных для применения данной модели используются следующие нормативно-методические документы:

- Порядок проведения инвентаризации стационарных источников и выбросов ЗВ в атмосферный воздух, утвержденный приказом Минприроды России от 19.11.2021 № 871 [11];

- Методика определения выбросов ЗВ в атмосферный воздух от передвижных источников для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха, утвержденная приказом Минприроды России от 27.11.2019 № 804 [12];

- Методические указания по расчету выбросов ЗВ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/ч, утвержденные Государственным комитетом СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды 05.08.1985 [13];

- Методика определения выбросов ЗВ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час, утверждена Госкомэкологии России 07.07.1999 (с изм., внесенными распоряжением Минприроды России от 05.08.2022 № 21-р) [14].

Наибольшую трудность при проведении СР представляет формирование исходной базы по выбросам АИТ. Дело в том, что требования современного законодательства в области охраны атмосферы не распространяются на стационарные источники загрязнения атмосферного воздуха, такие как АИТ, принадлежащие физическим лицам, а, согласно ст.22 Федерального закона [7] обязанность проведения инвентаризации стационарных источников и выбросов ЗВ в атмосферный воздух закреплена исключительно за юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями. Кроме того, требования Правил промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением, утвержденных приказом Ростехнадзора [15] на АИТ также не распространяются, а, следовательно, регистрация АИТ законодательством не предусмотрена. Это делает результаты расчетов выбросов АИТ по методикам [13] и [14], разработанным для объектов юридических лиц, нелегитимными для частного сектора и, как следствие, необходимость их верификации.

Опыт проведения СР в пилотных городах указывает на то, что учет выбросов ЗВ от АИТ органами исполнительной власти на государственном уровне не ведется, а данные об их количестве, марке, видах и объемах сжигаемого в них топлива не регистрируются.

2. Группирование АИТ как площадных источников выбросов

В связи с тем, что контроль выбросов ЗВ от АИТ органами исполнительной власти в объеме, необходимом для проведения СР, не осуществляется, для формирования исходных данных о выбросах АИТ потребовалось провести работы по верификации данных, полученных от территориальных органов исполнительной власти. К проведению этих работ по государственному контракту № 034-44-23 от 21.08.2023 были привлечены сотрудники Московского физико-технического института (МФТИ) под руководством д.ф.-м.н. Родина А.В. Определение количества и местоположения частных жилых домов, оснащенных АИТ, на территориях пилотных городов было выполнено с использованием материалов спутниковой съемки, материалов аэрофотосъемки посредством беспилотных летательных аппаратов и методов автоматизированного дешифрирования, а также с применением подворовых обходов [16].

В процессе верификации исходных данных о выбросах АИТ было определено количество и местоположение частных жилых домов, оснащенных газовыми и твердотопливными АИТ, выполнено группирование таких АИТ как площадных источников загрязнения атмосферы, а также был реализован автоматический ввод показателей выбросов, производимых АИТ, в систему СР. Для решения поставленной задачи использовались материалы многозональной космofотосъемки

высокого пространственного разрешения и аэрофотосъемки, проводимой с беспилотных летательных аппаратов, с целью выделения на них границ и объектов частного сектора. В процессе проведения исследований с помощью спутников космической группировки Jilin серии DailyVision и EarthScanner было получено 605 кадров в формате «tiff», охватывающих территорию 266 962,25 км². для 26 пилотных городов. Аэрофотосъемка проводилась с использованием беспилотных летательных аппаратов – квадрокоптеров DJI Phantom 4 Pro и DJI Mavic 3T Thermal. Всего было налетано 5 125 минут и получено 193 750 снимков в видимом и инфракрасном диапазонах для 26 пилотных городов.

В работе применены методы автоматизированного дешифрирования цифровых материалов с применением технологий обучаемых нейросетей и искусственного интеллекта. По результатам дешифрирования и с использованием общедоступной картографической и кадастровой информации, в том числе карт газификации и иных общедоступных источников, произведено уточнение границ частного сектора по материалам аэрофотосъемки и распознавание (дешифрирование) частных жилых домов в границах частного сектора, оснащенных твердотопливными и газовыми АИТ. По каждой территории эксперимента были сформированы файлы, пригодные к импорту в программу УПРЗА «Эколог-город» версии 4.7 фирмы «Интеграл». Файлы содержали информацию об источниках выбросов типа «площадной источник» и рассчитанные параметры выбросов по каждому такому источнику, а также их координаты. Для повышения точности выполнения работы проводилась выборочная проверка достоверности алгоритма дешифрирования посредством обследования выбранного для проверки участка на территориях эксперимента.

Стандартный метод разбиения и стилизации совокупности АИТ как набора площадных источников выбросов, объединенный с последующими расчетами, требует значительного объема ручной работы, в том числе для проверки принадлежности конкретного АИТ конкретному прямоугольнику и сопряжен с высокой вероятностью механических ошибок при работе оператора. Поэтому была применена методика автоматического разбиения АИТ на полигоны, основанного на алгоритмах кластеризации, суть которой описана в работе [16].

Варианты группирования АИТ как площадных источников загрязнения атмосферы, загруженные в программу УПРЗА «Эколог-Город», представлены для отдельных городов в виде карт-схем на рис. 1. В качестве иллюстрации, из 29 пилотных городов, выбраны 4:

- Минусинск – отличается преобладанием выбросов от твердотопливных АИТ над выбросами от стационарных промышленных ИЗА (рис. 1.а);
- Ангарск – отличается преобладанием выбросов от стационарных промышленных ИЗА над выбросами от твердотопливных АИТ (рис. 1.б);
- Курган – отличается соизмеримыми вкладами выбросов от стационарных промышленных ИЗА и от твердотопливных АИТ (рис. 1.в);
- Астрахань – отличается тем, что, в АИТ этого города в качестве топлива используется природный газ (рис. 1.г).

Анализ данных, представленных на рисунке 2, указывает на преобладающее количество твердотопливных АИТ в этих городах. Обследование АИТ показало, что в твердотопливных АИТ, используются, как правило, низкосортные виды каменных, бурых углей и дрова. Природный газ, выбросы, от сжигания которого в десятки раз меньше, чем выбросы от твердотопливных АИТ аналогичной мощности, является приоритетным видом топлива лишь в 5 городах.

Проведение автоматической кластеризации, как показано на картах-схемах (рис. 1), показало, что количество АИТ, объединенных в площадные источники, а также количество площадок, выделенных в пилотных городах, не коррелируют ни с площадью городов, ни с численностью населения в них.

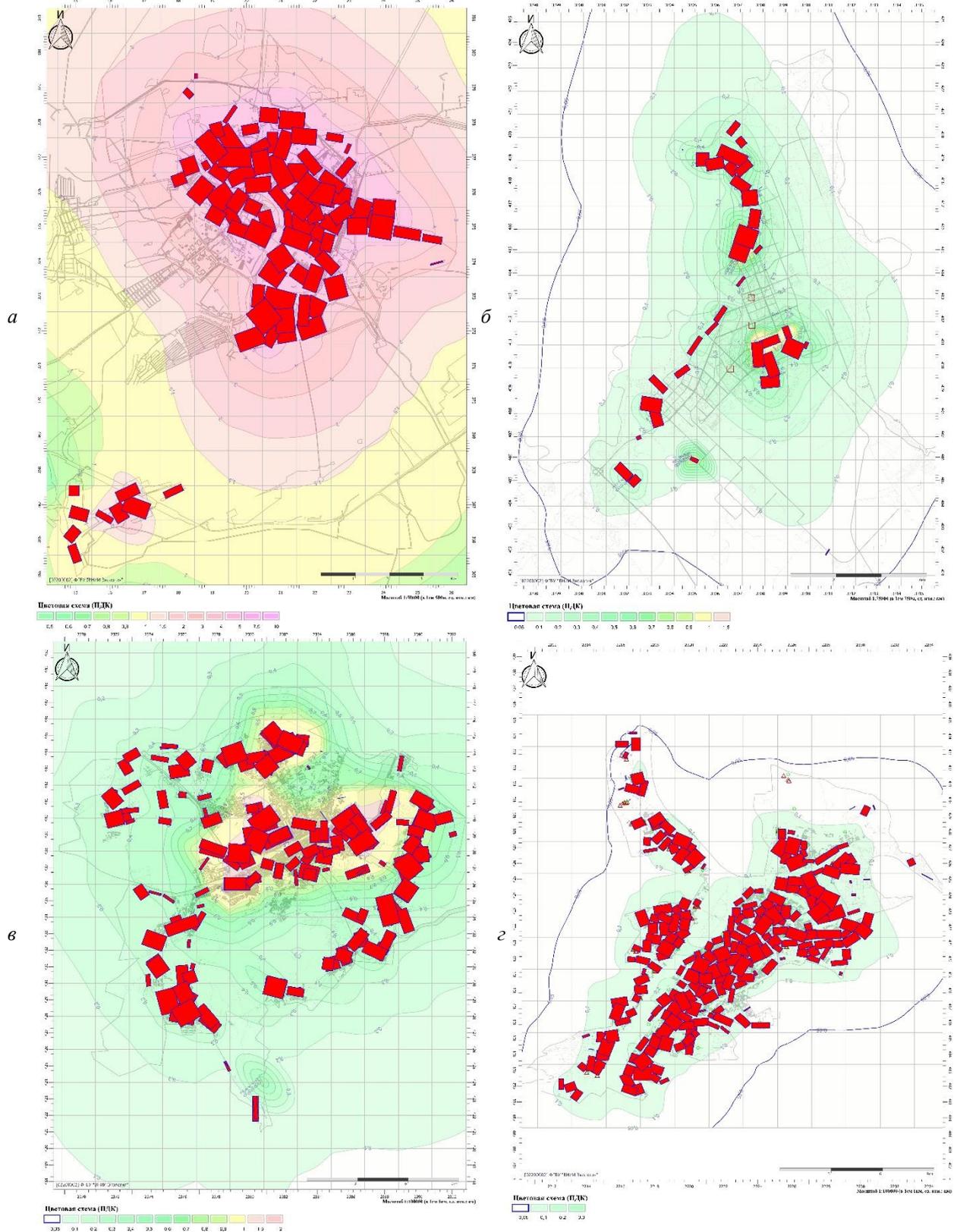


Рис. 1. Графические результаты расчета загрязнения атмосферы выбросами АИТ и их группировки как площадные источники в городах: *a* – Минусинск, *б* – Ангарск, *в* – Курган, *г* – Астрахань

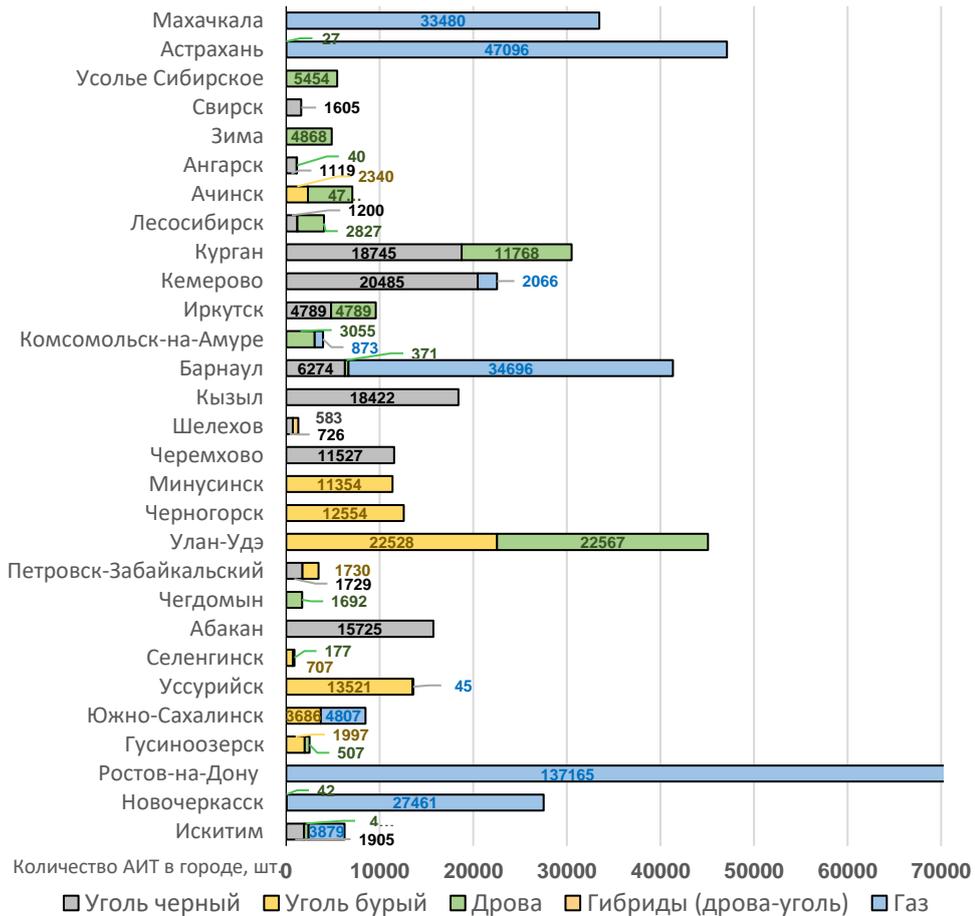


Рис. 2. Распределение АИТ по видам сжигаемого топлива в 29-ти пилотных городах

Преимуществами реализованного метода автоматической кластеризации являются:

1. Исключение субъективности в разбиении АИТ на прямоугольники;
2. На порядок сокращается время и трудозатраты для проведения работ по разбиению АИТ на прямоугольники;
3. Оптимизация количества прямоугольников для каждого объекта;
4. Объективное определение оптимального размера прямоугольников для расчета выбросов ЗВ.

3. Анализ вкладов АИТ в концентрации ЗВ в контрольных точках

Для определения количественных и качественных показателей выбросов АИТ на сегодняшний день в качестве основного метода утвердился расчетный, построенный на основе согласованных методик [13] и [14] с учетом методических подходов, предложенных в работах [17]. Для реализации этого метода наиболее пригодным инструментом служит, согласованная в установленном порядке, программа «Котельные малой мощности», версия 1.1.5 от 14.09.2021 разработанная фирмой «Интеграл».

В 2023 году в рамках работ по актуализации СР 2020-го года были проведены расчеты выбросов АИТ первой группы 12-ти пилотных городов. Параллельно с вышеназванными, были проделаны работы по подготовке исходных данных и проведению СР для вновь утвержденных 29-ти новых пилотных городов. В рамках данной работы проведен детальный анализ информации для расчета выбросов АИТ с целью включения их в качестве исходной базы в СР.

Основные результаты работы ФГБУ ВНИИ «Экология» по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от автономных источников теплоснабжения частного сектора для их дальнейшего использования в сводных расчетах загрязнения атмосферного воздуха в рамках федерального проекта «Чистый воздух» представлены в работе [18]. Показатели выбросов, полученные расчетными методами, верифицированы путем проведения экспериментальных

исследований на экологическом стенде в Красноярске, моделирующем работу твердотопливных бытовых отопительных котлов. Результаты проведенных сводных расчетов представлены в виде заключений, утвержденных Минприроды России.

В соответствии с Правилами проведения сводных расчетов [10] и Правилами квотирования [11] для проведения расчетов допустимых вкладов выбросов определяются контрольные точки. Эти точки располагаются на территории проведения СР и представляют собой места, где значения среднегодовых и/или максимальных разовых расчетных концентраций ЗВ, полученные по результатам СР, превышают установленные нормативы качества атмосферного воздуха (ПДК для жилых зон или 0,8 ПДК для зон с особыми условиями). Контрольные точки выбираются в центральной части населенного пункта, в жилых районах, где уровни расчетных концентраций ЗВ превышают 0,5 ПДК, а также на границах санитарно-защитных зон крупных промышленных объектов, жилых зон, примыкающих к автодорогам с интенсивным движением, на территориях размещения детских учреждений и в зонах с особыми условиями.

При проведении СР для 29 пилотных городов, для каждого из которых определено количество и расположение контрольных точек, обеспечивается получение репрезентативной информации об источниках выбросов, оказывающих наибольшее влияние на загрязнение атмосферного воздуха.

Для проведения сравнительного анализа вклада АИТ в общее загрязнение атмосферного воздуха в контрольных точках были выбраны четыре города: Ангарск, Минусинск и Курган, использующие преимущественно твердые виды топлива, и Астрахань, использующая газ. Как видно из таблицы 1, города значительно различаются по соотношению выбросов ЗВ от промышленных объектов и от АИТ.

Анализ проведенных расчетов, результаты которых частично отражены в таблице 1, показал, что доля вклада АИТ в концентрации ЗВ в контрольных точках не коррелируют с их долями в валовом выбросе, а значительно их превышают. Так, например, в Ангарске, отличающемся преобладанием выбросов от промышленных объектов, где массовая доля выбросов АИТ составляет всего 0,7% от общего массового выброса, вклады АИТ в концентрации ЗВ в контрольных точках наблюдаются в 16% контрольных точек, причем в 8% контрольных точек доля вклада АИТ превышает 50%.

Таблица 1.
Вклады АИТ в формирование концентрации ЗВ в контрольных точках

Город	Суммарный валовый выброс по городу, т/год	Доля вклада ИЗА в общий валовый выброс города, %			Количество контрольных точек в городе, шт.					
		Стационарные	АИТ	Передвижные	Всего	В том числе, имеют вклад от АИТ				
						Всего	В том числе с долей вклада АИТ более 50%			
							Всего	В том числе по количеству ЗВ		
1	2	3 и более								
Ангарск ^{*1}	71595,71	98,9	0,7	0,4	87	14	7	7	0	0
Курган ^{*1}	27262,52	51,5	45,6	2,9	75	75	75	9	7	59
Минусинск ^{*1}	28850,27	13,4	85,9	0,7	63	60	60	58	2	0
Астрахань ^{*2}	7870,22	74,1	5,4	20,5	121	7	0	0	0	0

Примечание: В АИТ используется топливо: ^{*1}- твердое топливо, ^{*2}- природный газ.

В Кургане, несмотря на то, что доля массового выброса АИТ составляет 45,6% (чуть меньше доли выбросов промышленных источников), практически во всех 75 контрольных точках наблюдается вклад АИТ, доля которого превышает 50% преимущественно по трем и более ЗВ. А максимальные концентрации ЗВ на территории города, создаваемые выбросами одних только АИТ, достигают 1,5 ПДК. И, наконец, в Минусинске, отличающемся преобладанием выбросов от АИТ (85,9%), их вклады в концентрации ЗВ в контрольных точках наблюдаются в 60 из 63 контрольных точек, причем во всех контрольных точках вклад АИТ превышает 50%. А максимальные концентрации ЗВ на территории города, создаваемые выбросами одних только АИТ, могут превышать 7 ПДК. Столь высокие показатели загрязнения атмосферы выбросами АИТ объясняются, прежде всего, их малой высотой и высокой локализацией.

Аналогичные результаты были получены в работах [19], [20]. Так, учеными МГУ им. М.В. Ломоносова в процессе изучения влияния АИТ на загрязнение воздуха в Байкальском

регионе [20] было показано, что выбросы АИТ при использовании угля и дров, в отличие от ТЭЦ и котельных, в большинстве случаев приводят к значительному воздействию на качество атмосферного воздуха (до 4,9 ПДК твердых частиц и диоксида серы), причем ареалы такого воздействия ограничены жилой зоной населенных пунктов. А СР, проведенные для 18 городов, расположенных в различных федеральных округах Российской Федерации, показали [20], что в 15 городах наибольшая расчетная максимальная разовая приземная концентрация хотя бы одного из ЗВ, создаваемая выбросами от АИТ, превышала предельно допустимую максимальную разовую концентрацию. Площадь, на которой расчетная максимальная разовая приземная концентрация хотя бы одного из ЗВ превышала ПДКм.р., достигала 45% территории города, а среднесезонная концентрация ЗВ превышала ПДКсг на 50% территории.

Следует обратить внимание на показатели выбросов ЗВ от АИТ Астрахани, где несмотря на их большое число (см. рис. 2) величина суммарных выбросов в атмосферный воздух весьма незначительна (см. табл. 1). При этом максимальный уровень загрязнения атмосферного воздуха, создаваемый выбросами исключительно от АИТ, не превышает 0,2 ПДК. Это легко объясняется применением природного газа в качестве топлива для АИТ, так как выбросы ЗВ от газовых АИТ в десятки раз ниже выбросов от твердотопливных АИТ.

ВЫВОДЫ

В процессе проведения СР в рамках эксперимента по квотированию выбросов «ВНИИ Экология» проведены исследования, позволившие смоделировать выбросы и вклады в концентрации АИТ частного сектора, как одного из важнейших и при этом сложных для контроля источников загрязнения атмосферы в пилотных городах.

Сравнение показателей выбросов от АИТ, полученных расчетными методами, с результатами экспериментальных исследований на экологическом стенде показало их хорошую корреляцию. При этом расчетные показатели выбросов, в основном, превышали аналогичные показатели, полученные путем экспериментальных исследований. Это позволило рекомендовать использование расчетных методов в качестве основных при формировании базы исходных данных по выбросам АИТ для проведения СР.

Проведенные «ВНИИ Экология» СР позволили оценить вклад АИТ в загрязнение атмосферного воздуха на территориях эксперимента по квотированию выбросов. Установлено, что доля вклада АИТ в концентрации ЗВ в контрольных точках не только не коррелирует с их долями в валовом выбросе, но и значительно их превышает.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Дополнительно следует отметить, что выбросы частного сектора не ограничиваются только выбросами АИТ, а следует учитывать выбросы от бань, отапливаемых гаражей, бытовок, мангалов, каминов и проч. Полагаем, что в данном направлении исследования должны быть продолжены.

Оводковым М.В., являющимся доцентом кафедры экологической и промышленной безопасности Института тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова РТУ МИРЭА, настоящие материалы включены в учебный процесс при проведении лекционных и практических занятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об охране атмосферного воздуха [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22971/
2. Указ Президента РФ от 19.04.2017 № 176 «О стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_215668/.
3. Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/71937200/>.
4. Указ Президента РФ от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74304210/>.

5. Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года [Электронный ресурс]. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202405070015>.

6. Федеральный закон от 26.07.2019 № 195-ФЗ «О проведении эксперимента по квотированию выбросов ЗВ и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части снижения загрязнения атмосферного воздуха» [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/72330088/>.

7. Распоряжение Правительства РФ от 07.07.2022 № 1852-р «Об утверждении Перечня городских поселений и городских округов с высоким и очень высоким загрязнением атмосферного воздуха, дополнительно относящихся к территориям эксперимента по квотированию выбросов ЗВ» [Электронный ресурс]. – URL <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/404867269/>.

8. Приказ Минприроды России от 06.06.2017 N 273 «Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе» (Зарегистрировано в Минюсте России 10.08.2017 N 47734) [Электронный ресурс]. – URL: [Официальный интернет-портал правовой информации http://www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru), 11.08.2017.

9. Приказ Минприроды России от 29.11.2019 № 813 «Об утверждении правил проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха, включая их актуализацию» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/564067734>.

10. Приказ Минприроды России от 29.11.2019 № 814 «Об утверждении правил квотирования выбросов ЗВ (за исключением радиоактивных веществ) в атмосферный воздух» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/564067785>.

11. Приказ Минприроды России от 19.11.2021 № 871 «Об утверждении Порядка проведения инвентаризации стационарных источников и выбросов ЗВ в атмосферный воздух, корректировки ее данных, документирования и хранения данных, полученных в результате проведения таких инвентаризации и корректировки» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_402560/

12. Приказ Минприроды России от 27.11.2019 № 804 «Об утверждении методики определения выбросов ЗВ в атмосферный воздух от передвижных источников для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/564062468>.

13. Методические указания по расчету выбросов ЗВ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/час. Утверждены Государственным комитетом СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды 05.08.1985 г. (Внесена в Перечень методик распоряжением Минприроды России от 28.06.2021 № 22-р под №117) [Электронный ресурс]. – URL: <https://meganorm.ru/Data1/11/11098/index.htm>.

14. Методика определения выбросов ЗВ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час. (утверждена Госкомэкологии России 07.07.1999). Внесена в Перечень методик распоряжением Минприроды России от 14.12.2020 № 35-р (с изм., внесенными распоряжением Минприроды России от 05.08.2022 № 21-р) [Электронный ресурс]. – URL <https://docs.cntd.ru/document/1200031340/>.

15. Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 № 536 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности. «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_373204/.

16. Определение количества и местоположения частных жилых домов, оснащенных автономными источниками тепла, на территориях городских поселений и городских округов, определенных для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы, с применением материалов спутниковой съемки, материалов аэрофотосъемки посредством летательных аппаратов и методов автоматизированного дешифрирования: Отчет по государственному контракту № 034-44-23 от 21.08.2023/ руководитель А.В. Родин; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (Нац. иссл. университет). – Долгопрудный, 2023. – 178 с.

17. Шемяков, П.М. Методические подходы к определению выбросов ЗВ в атмосферу от автономных источников теплоснабжения [Текст] / П.М. Шемяков, Е.С. Федотова, В.С. Панфилов //

Охрана атмосферного воздуха. Новые подходы и пути решения: сборник трудов к XXV экологическому Конгрессу «Атмосфера» / под ред. канд. геогр. наук В.А. Коплан-Дикс. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – С. 151 – 167.

18. Особенности экспериментальной оценки выбросов от автономных источников теплоснабжения частного сектора в рамках проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха / М. В. Оводков, В. О. Петров, Ю. М. Кочнов, В. В. Сухов, В. Н. Азаров // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2024. – Вып. 4(97). – С. 229–243. DOI: 10.35211/18154360_2024_4_229.

19. Битюкова, В.Р. Оценка влияния автономных систем отопления жилых строений на загрязнение воздуха в муниципальных образованиях (на примере Байкальского региона) [Текст] / В.Р. Битюкова, В.С. Дехнич, А.И. Кравчик, Н.С. Касимов // Вестник Московского университета. Сер. 5. «География». – 2024. – № 1. – С. 22 – 36.

20. Волкодаева, М.В. Учёт выбросов ЗВ от автономных источников теплоснабжения индивидуальных жилых домов при проведении сводных расчётов загрязнения атмосферного воздуха для населённых пунктов [Текст] / М.В. Волкодаева, А.О. Карелин, А.Ю. Ломтев, Я.С. Канчан, А.В. Левкин, С.Д. Тимин // Гигиена и санитария. – 2023. – № 102 (2), – С. 141 – 147.

MODELING AND FORECASTING OF THE CONTRIBUTION OF AUTONOMOUS HEAT SUPPLY SOURCES OF THE PRIVATE SECTOR TO ATMOSPHERIC AIR POLLUTION IN THE CITIES PARTICIPATING IN THE EXPERIMENT ON EMISSION QUOTAS BASED ON SUMMARY CALCULATIONS

Ovodkov M.V.¹, Petrov V.O.², Kochnov Y.M.³, Azarov V.N.⁴

^{1,2,3,4} FSBI «VNII Ecology», Moscow, Russian Federation

¹ Department of Environmental and Industrial Safety of the Lomonosov
Institute of Fine Chemical Technologies of RTU MIREA

Annotation. The article presents the main results of the work of the Federal State Budgetary Institution "VNII Ekologiya" on modeling and forecasting the contribution of autonomous heat supply sources of the private sector to atmospheric air pollution in cities participating in the experiment on emission quotas based on summary calculations. The mechanisms of forming a database of initial data for conducting summary calculations of pilot cities in terms of including the results of modeling emissions from autonomous heat sources of the private sector are described in detail. On the basis of summary calculations, an analysis of the contributions of autonomous heat sources of the private sector to atmospheric pollution has been carried out.

Keywords: summary calculations, quota experiment, atmospheric air, pollutants, emissions, autonomous heat supply sources.

Раздел 4. Региональная и отраслевая экономика

УДК 658.78

УПРАВЛЕНИЕ СКЛАДСКИМИ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В ОРГАНИЗАЦИИ

Цопа Н.В.¹, Храмова А.В.²

¹ Институт «Академия строительства и архитектуры», ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского, 295943, г. Симферополь, ул. Киевская, 181, e-mail: Natasha-ts@yandex.ru

² Российский Государственный Социальный университет, 125190, г. Москва, ул. Вильгельма Пика, 4, стр. 1, e-mail: Hramova.alisa@yandex.ru

Аннотация. В современных условиях влияние логистики на эффективность бизнеса не может быть переоценено. Эффективно работающий склад позволяет своевременно принимать необходимые управленческие решения, обеспечивающие необходимый уровень продаж, а значит, и эффективности деятельности организации. По мнению авторов, при рациональной разработке алгоритмов складского процесса склад может стать центром роста для предприятия, мощным активом для стимулирования роста прибыли и совершенствования складских операций. Авторами представлены рекомендации по оптимизации складских логистических процессов на примере дистрибьюторской компании S. На основе проведенного анализа и выявленных проблем управления логистическими процессами, были разработаны схемы пространственного закрепления товарных категорий за площадями склада. Примененный комплексный структурный анализ позволил детально рассмотреть характеристики товаров различных групп и предложить зонирование складских площадей. Предложенное изменение зон склада позволит размещать товары с учетом частоты и объема потребления и учитывать доступность различных участков зоны хранения.

Ключевые слова: управление, склад, логистические процессы, логистика складирования, складской комплекс, складские процессы, управление складскими процессами, управление складской логистикой.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. В настоящее время возможности реализации бизнеса напрямую связаны с развитием логистической системы и логистических процессов.

Логистика складирования является важной частью обеспечения стабильного движения материальных потоков в логистической цепи и влияет на эффективность функционирования всего предприятия. Склад является ключевым звеном товаропроводящей цепи, имеющим материально-техническую базу для приемки, размещения, хранения, комплектации и выдачи материальных ресурсов.

Гипотеза исследования заключается в том, что оптимальная организация логистического процесса создает для организации конкурентное преимущество, позволяют экономить ресурсы, время и денежные средства, повысить эффективность ее деятельности.

Новизна исследования. Учитывая, что наиболее востребованными материальными ресурсами является именно готовая продукция, что уместно для торгового предприятия, экономически обоснованные рекомендации обеспечивают повышение доступности наиболее востребованных товарных позиций для осуществления хранения и транспортировки.

Практическая значимость исследования состоит в возможности применения предложенных рекомендаций для совершенствования управления складскими логистическими процессами в организациях.

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования: разработка мероприятий по повышению эффективности управления складской деятельностью дистрибьюторской компании S.

В соответствии с целью предполагается решение таких задач, как: проведение анализа организации и управления складскими логистическими процессами в компании; оценка эффективности и выявление проблем управления логистическими процессами на складах; разработка направлений совершенствования складских логистических процессов и обоснование их эффективности.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ; МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Склады выступают базовым звеном логистической системы распределения, элементом ее интеграционной составляющей, формирующим материальные потоки, определяющим качественные и количественные показатели на пути движения к потребителю [8, С.17].

Склады в товародвижении представляют собой подразделения производственных, торговых или логистических организаций, выполняющие технологические операции с товаром [1, с.145].

Склад состоит из многочисленных связанных между собой элементов, имеет характерную структуру и предназначен для выполнения ряда функций по изменению материальных потоков [5, с.116].

Основное назначение склада – концентрация запасов, их хранение и обеспечение бесперебойного и ритмичного выполнения заказов потребителей [9, с.182].

В.В. Дыбская утверждает, что использование логистики в хозяйственной деятельности компании заставляет изменить традиционный подход к управлению складским хозяйством [4, с.5].

По мнению М.Н. Григорьева, логистика как сфера практической деятельности представляет собой совокупность логистических систем, обеспечивающих организацию и непрерывное движение материальных и сопутствующих им других потоков (информационных, финансовых и др.) [3, с.70]

Рациональная организация оперативных и технологических процессов, эффективное использование емкости складских помещений, повышения производительности труда складских работников имеет большое значение для качественного и быстрого выполнения заказов потребителей [2, с.176].

Современная интегрированная логистика предполагает сквозное управление потоками логистической системы, проходящими через все ее звенья [12, с.11].

Логистический процесс на складе предполагает рациональную планировку склада с оптимальным расположением специализированных зон для выполнения складских операций [6, с.31].

Складирование как логистическая функция играет важную роль в обслуживании потребителей и поддержании заданного уровня запасов при наименьших затратах [7, с.141].

Методологическую основу данной научной работы составил системно-функциональный подход к изучению логистического процесса на складе организации и управления им, в рамках которого используются такие методы, как понятийный и сравнительный анализ, эмпирический анализ, коэффициентный анализ, ABC-анализ, FNSD-анализ. Собранный материал был структурирован и систематизирован.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Логистический подход к управлению складом и материальными потоками основывается на управлении всем процессом грузопереработки в рамках единой организационно-управленческой системы.

Внедрение цифровых технологий на складе помогает значительно увеличить производительность труда, уменьшить затраты, эффективно использовать пространство, улучшить отслеживание товара, значительно снизить процент влияния человеческого фактора и сократить повторяющиеся операции.

В структуре деятельности компании S 65% – дистрибьюция алкогольной продукции в собственную розничную сеть; 35% – оптовые поставки алкогольной продукции в другие торговые точки.

Использование логистического подхода к управлению позволяет оптимизировать взаимодействие между различными службами управления для эффективного выполнения полного комплекса логистических, коммерческих, технологических операций.

Для обеспечения бесперебойности товародвижения на складах устанавливается необходимое технологическое оборудование и информационная поддержка.

Основным критерием эффективности логистической системы является минимум совокупных логистических затрат, связанных с управлением грузопотоками. Показатели эффективности логистического процесса на складе представлены в таблице 1:

Таблица 1.

Показатели эффективности логистического процесса на складе

Показатели эффективности функционирования складского комплекса	Ключевой фактор	Показатель эффективности логистического процесса на складе
Отношение реализованных в срок к общему числу заказов	Уровень удовлетворенности потребителей	Выполнение заказа точно в срок
Отношение неполных поставок к числу заказов		Полнота выполнения заказа
Стоимость складского обслуживания и число жалоб		Точность параметров заказа
		Эффективность поддержания уровня запасов
Срок выполнения заказа	Время логистического цикла, цикла заказа	Количество возвратов
Срок пополнения запасов, подготовки и комплектации заказов		Срок обработки, подготовки и комплектации заказов
Срок выполнения заказа	Время логистического цикла, цикла заказа	Срок выполнения заказа
Пропускная способность и грузооборот		Ошибки в выполнении заказов
Степень выполнения заказов		Потери, хищения, порча товара
Уровень использования площади склада и механизации работ		Возвраты и претензии потребителей
Соблюдение внутреннего режима работы		Скорость оборачиваемости запасов
Оборачиваемость запасов	Оценка ресурсов складского комплекса, логистических издержек, использования инвестиций	Использование оборотного капитала
Средний уровень запасов		Логистические издержки на единицу капитала, инвестированного в складские запасы
Число операций грузопереработки в день		Средний уровень запасов
Затраты на грузопереработку, упаковку и другие услуги		Инвестиции в оборудование
		Затраты на управление запасами, грузопереработку, обеспечение качества складского сервиса, хранение

Наиболее важными факторами эффективности логистического процесса на складе являются отчетность и четкий контроль за поступлением и отправкой товаров. Стратегические действия дают торговой организации возможность получить наибольшую эффективность от своей деятельности [12, с.38].

Далее проведем анализ организации складских логистических процессов в компании S.

Компания S применяет для хранения и обработки заказов систему WMS (Warehouse Management System), предназначенную для автоматизации управления процессами склада и работы складского комплекса.

Ключевой целью логистической системы предприятия выступает плановый рост объема продаж в соответствие со стратегическими планами развития организации. Минимально необходимым условием выступает обеспечение прибыли, достаточной для существования предприятия.

Управление логистикой сбытовой деятельности направлено на рациональную организацию торгового процесса и обеспечение роста объемов продаж. Задачами данного блока логистики компании S являются:

- 1) поддержание востребованного ассортимента товаров;
- 2) обеспечение условий для реализации процесса торговли.

Управление логистикой склада направлено на обеспечение поставок продукции, предназначенной для продажи. Ключевой задачей является обеспечение торгового предприятия востребованным ассортиментом товаров в необходимом количестве и в установленные сроки.

Ключевыми ресурсами для осуществления выступают запасы товаров. При планировании ресурсного снабжения применяется план закупок.

Управление складской логистикой компании S имеет целью рациональную организацию складирования продукции, предназначенной для продажи и обеспечение магазинов требуемым ассортиментом товаров. Ключевой задачей выступает обеспечение условий рационального хранения продукции, предназначенной для продажи.

Управление складской логистикой осуществляет управляющий складом. Для управления товарными запасами торговое предприятие использует систему заказов с фиксированным интервалом времени. При этом формула заказа выглядит так:

$$Z = Q + B - O - TвП, \quad (1)$$

где Q – планируемый расход продукции, исходя из объема продаж;

B – буфер (страховой запас);

O – остаток продукции на момент составления заказа;

TвП – продукция в пути (то есть заказ, который уже размещен поставщику, но не пришел на склад).

Для упорядоченного хранения продукции и экономичного его размещения используют систему адресного хранения по принципу фиксированного выбора места складирования.

Объект исследования - крупная дистрибьюторская компания S. Основной ее специализацией являются крымские вина. Организации принадлежат склады общей площадью более 25000 м², автопарк насчитывает более 40 единиц грузовых автомобилей.

Складской комплекс компании S оснащен высокотехнологичным автоматизированным оборудованием, существенно уменьшающим вероятность ошибки и повышающим скорость процесса учета доставки. Система учета товаров предоставляет работникам склада полную и достоверную информацию о его состоянии, необходимую для принятия решений специалистами, обеспечивает доступ ко всей информации о состоянии склада в режиме реального времени, облегчая процесс принятия бизнес-решений.

Компания обладает собственными центральными распределительными складами, где осуществляется хранение и сортировка продукции для последующей отправки в регионы назначения.

Номенклатурное разнообразие продукции достаточно разнообразно: по информации на 2024 год, на складе компании были размещены товары 352 различных номенклатурных позиций, относящихся к 77 торговым маркам производимой в разных странах алкогольной продукции (преимущественно, вин российского производства).

Проанализируем доступность основного погрузочно-разгрузочного оборудования, задействованного в складской логистике (таблица 2).

Таблица 2.

Наличие и техническое состояние основного погрузочно-разгрузочного оборудования

Наименование	Количество (шт.)	Тип двигателя	Средний срок эксплуатации (лет) факт.	Средний срок эксплуатации (лет) на складе	Средний уровень износа, %	Грузоподъемность (кг.)
Автопогрузчик FD50FT-7 (Комацу)	31	Бензин	9	8	90	5000
Автопогрузчик 62-8FD30 (Тойота)	16	Бензин	10	8	80	3000
Автопогрузчик 62-8FD25 (Тойота)	8	Бензин	10	7	85	2500
Ричтрак BT-Reflex	98	Электро	4	3	37,5	2000
Штабелер BTSE200	109	Электро	4	2	37,5	2000
Погрузчик 8FBET20 (Тойота)	63	Электро	5	3	37,5	2000
Погрузчик R70 (Still)	5	Дизель	10	9	90	2000

Как видно из таблицы 2, на складе присутствует устаревшее оборудование, которое необходимо заменять на более современные модели, так как обслуживание такой техники влечет за собой повышение издержек. В случае применения рекомендаций по зонированию склада для обслуживания понадобится меньшее количество техники, что позволит утилизировать старые модели и заменить их новыми.

Проведем анализ эффективности и выявим проблемы управления логистическими процессами на складах компании S.

Эффективность работы склада определяется статистическим анализом показателей грузооборота склада за 2021-2023 гг. (таблица 3).

Таблица 3.
Грузооборот склада компании S в 2021-2023 г.г.

Показатель	2021	2022	2023	2022/2021	2023/2022	2023/2021
	м ³			%		
Грузооборот по приходу	17 538	18 289	23 445	4,28%	28,19%	33,68%
Грузооборот по расходу	17 423	18 108	22 807	3,93%	25,95%	30,90%
Грузооборот общий	34 961	36 397	46 252	4,11%	27,08%	32,30%

Из таблицы 3 видно, что грузооборот по приходу ежегодно растет. В период с 2021 по 2023 г. грузооборот вырос на 33,68%. Грузооборот по приходу за этот период вырос на 30,90%. В общем грузообороте наблюдается тенденция роста – общий грузооборот вырос на 32,30%. Причиной положительной динамики служат: высокая производительность труда рабочих, использование подъемно-транспортного оборудования, высокая скорость обработки заказов.

Удельный грузооборот склада показывает, сколько тонн товара, прошедшего через склад, приходится на 1 м² полезной площади. Показатель рассчитывается по формуле:

$$\text{Гуд} = \Gamma / \text{Спол} \quad (2)$$

где Гуд - удельный грузооборот склада,
 Γ – общий грузооборот склада,
 Спол – полезная площадь склада.

Общая площадь складов компании составляет 27 000 м². Общий грузооборот за 2023 год составляет 45126 тонн. По такому же принципу рассчитаем данный показатель в динамике:

$$\text{Гуд}_{2021} = 21\,000 / 34\,110 = 0,62$$

$$\text{Гуд}_{2022} = 23\,000 / 35\,511 = 0,65$$

$$\text{Гуд}_{2023} = 27\,000 / 41\,126 = 0,66$$

Чем выше данный показатель, тем эффективнее работает склад, тенденция к увеличению говорит об активной работе предприятия в этом направлении.

Также для выявления интенсивности работы склада рассчитаем показатель оборачиваемости (таблица 4). Коэффициент оборачиваемости характеризует интенсивность прохождения товаров через склад и скорость, с которой товарные запасы производятся (закупаются) и отпускаются со склада.

С его помощью можно отслеживать, насколько эффективно на складе организовано управление грузовыми потоками. Определяется по формуле:

$$k_o = \Gamma / Q_{\max}, \quad (3)$$

где Γ — общий грузооборот склада;
 Q_{\max} — количество грузов, вмещающихся на склад (в тоннах).

Таблица 4.
Коэффициент оборачиваемости склада компании S

Ко 2021	Ко 2022	Ко2023
34 110/38000	35511/40000	41126/44000
0,90	0,89	0,93

Данный показатель снизился в 2022 году по сравнению с 2021 годом, но показал рост в 2023 году, что говорит об увеличении скорости прохождения товаров через склад.

Исходные данные для расчета группы показателей, характеризующих эффективность использования складских площадей представлены в таблице 5.

Таблица 5.
Исходные данные для расчета показателей эффективности использования складских площадей

Данные	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Спол (м ²)	18720	20720	24720
Собщ (м ²)	21000	23000	27000
Vпол (м ³)	93600	103600	123600
Vобщ (м ³)	126000	138000	162000
Zmax (т.)	40000	41 436	51 291
Ггод (т.)	34110	35511	41126

Расчет группы показателей, характеризующих эффективность использования складских площадей представлен в таблице 6.

Таблица 6.
Оценка эффективности использования площадей склада в 2021-2023 г.г.

Показатель	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Динамика 2023/2021, +/-
Коэффициент использования складской площади	0,89	0,90	0,92	0,03
Коэффициент использования объема склада	0,74	0,75	0,76	0,02
Удельная средняя нагрузка на 1 м ² полезной площади	2,14	2,00	2,07	-0,07
Грузонапряженность 1 м ² общей площади склада	1,62	1,54	1,52	-0,10

Анализ показателей эффективности использования складских площадей показал, что использование площади и объема склада выросли на 0,03 за отчетный период, при этом грузонапряженность снизилась на 0,10 в 2023 по сравнению с 2021 годом, что говорит о необходимости реорганизации системы хранения товаров.

По итогу проведенного анализа можно выделить основные проблемы функционирования складского хозяйства дистрибьюторской компании S:

1) Высокая степень запасов в структуре имущества предприятия, что может говорить о снижении скорости оборачиваемости, порчи товара и затаривании.

2) Снижение скорости оборачиваемости запасов, что говорит о переизбытке товарных запасов или размещении на складе запасов с низким спросом.

3) Недостаточность существующего структурного анализа ассортимента товаров. Компания использует ABC анализ с использованием подкатегорий. Подобный подход не дает понимания временных границ и скорости потребления установленных объемов.

4) Нерациональное использование площадей склада. Объемы поступающих и отгружаемых товаров различных категорий варьируются, значит ярус стеллажной системы не является подходящей единицей зонирования.

Авторами разработаны рекомендации по оптимизации логистических процессов на складах

дистрибьюторской компании S.

Частой проблемой складской деятельности компании является нерациональное использование складских помещений и отсутствие четкого регламента хранения продукции. Зонирование склада на основе ABC-FNSD анализа позволит оптимизировать использование складских площадей и ускорить процесс сбора заказов для розничной сети [11].

Далее проведен ABC-анализ для расчета суммарного объема отгрузок для каждой номенклатурной позиции. Товары были ранжированы в порядке убывания, была рассчитана доля каждой номенклатурной позиции в общем объеме отгрузок. Также был проведен FNSD анализ, вычислена сумма обращений к каждой номенклатурной позиции в случае поступления и при отгрузке товаров со склада.

FNSD анализ является частным случаем ABC-анализа и применяется для структуризации товаров на четыре категории (F, N, S, D) в зависимости от количества обращений к отдельному виду продукции.

Перечень номенклатур ранжирован по количеству обращений в порядке убывания. Составленный перечень был разделен на четыре категории (F, N, S, D).

Первые 20% позиций, инициирующие 80% обращений, были определены в категорию F. Далее последующие 30% товаров, обращения к которым составили 15% от общего количества обращений, были определены в категорию N структурного анализа. Последние 50% номенклатурных позиций, обращения к которым не превышали 5% объема отгрузок были определены в категорию S. В категорию D были определены товарные позиции, обращений к которым за анализируемый период не было.

Результаты комплексного структурного анализа ассортимента на основе проведенных ABC и FNSD анализов сведены в единую матрицу (таблица 7).

Таблица 7.
Результаты ABC-FNSD

	F	N	S
A	84	3	-
B	184	78	-
C	226	1006	6979

Сформулированные для каждой группы товаров рекомендации приведены в таблице 8.

Таблица 8.
Рекомендации по результатам ABC-FNSD анализа

Категория	Рекомендации
AF	Размещение в непосредственной близости к зоне погрузки
AN	Размещение в доступности относительно зоны погрузки
AS	Размещение в отдалении от зоны погрузки
BF	Размещение в доступности относительно зоны погрузки
BN	Средняя доступность зоны погрузки
BS	Размещение в отдалении от зоны погрузки
CF	Размещение в доступности относительно зоны погрузки
CN	Средняя доступность зоны погрузки
CS	Максимальное отдаление от зоны отгрузки

При размещении, когда для каждой категории товаров ABC анализа отведен отдельный ярус каждого стеллажа склада не является оптимальной, не учитывает границы объемов каждой категории, не позволяет разделить грузовые площади склада на зоны с различной доступностью относительно выхода.

Для построения схемы был изучен средний запас каждой категории на складе как сумма конечного остатка продукции при поступлении или отгрузке для каждого продукта. Суммарный остаток был разделен на общее количество отгрузок и поступлений, конвертирован в палето-места для каждой категории товаров. Результат представлен в таблице 9.

Таблица 9.

Средний запас продукции категорий ABC-FNSD анализа

Категория	Средний запас (единиц паллето-мест)
AF	1048
BF	530
CF	109
AN	423
BN	405
CN	403
AS	258
BS	678
CS	681

Общая площадь склада розничной торговли составляет 6800 паллет. Используя данные таблицы 9, была рассчитана доля площади, необходимая для размещения каждой категории. Компания использует набивные стеллажи емкостью 1564 паллет для хранения товаров категории С и стационарные стеллажи емкостью 5236 паллет для товаров категорий А и В.

Расчеты необходимых площадей для каждой категории ABC FNSD анализа производились с сохранением данной логики расположения товаров.

Далее были рассчитаны необходимые площади на основании данных удельной доли занимаемой площади и имеющихся грузовых площадях разных типов. Результаты вычислений представлены в таблице 10.

Таблица 10.

Доля занимаемой общей площади стационарных стеллажей различными категориями ABC-FNSD анализа

Категория	Доля занимаемой площади (%)
AF	31%
AN	13%
AS	8%
BF	16%
BN	12%
BS	20%
CF	9%
CN	34%
CS	57%

Площади, необходимые для различных категорий комплексного структурного анализа, представлены в таблице 11.

Таблица 11

Необходимые площади для различных категорий комплексного структурного анализа

Категория комплексного структурного анализа	Расчет	Необходимые грузовые площади (единиц паллето-мест)
AF	5236*20%	1642
AN	5236*13%	663
AS	5236*8%	404
BF	5236*16%	830
BN	5236*12%	635
BS	5236*20%	1062
CF	1564*9%	143
CN	1564*34%	528
CS	1564*57%	893

Распределение ассортимента по категориям приведено в таблице 12.

Таблица 12.

Распределение ассортимента компании S по категориям структурного анализа

Категория структурного анализа	Категория ассортимента	Торговая марка
AF	Вина сухие, п/сл белые, красные	Agora, Крымский Погребок, Grand Tokaj Murviedro Coleccion, Sericis Cepas Viejas Tavridia, Telavi Valley, Tenuta Carretta Italy и др.
AS	Коньяк	Мисхор Коньяк, Сокровища Крыма, Старый Гурзуф и др.
BF	Вина п/сух белые и красные	Fanagoria, Инкерман, Agora, Valiko, Sieur d'Arques, Marques del Atrio и др.
AN	Вина п/сл белые, красные	Крымовъ, Domaine Andau, Rigoloccio, Sartirano, Terra Egos, Vignobles Dom Brial, Chateau d'Aigueville, Casa Lo Alto, Cantina di Mogoro, Waylla
BN	Игристые вина, коньяк	Bosca Anniversary, Chateau de Crimea, Старый Тифлис, Jatone, Золотая балка и др.
BS	Ликер, Водка	Ай Дая, Чача Абхазская Ачара, Русский стандарт Original, Novabev Group (бренды Beluga, «Беленькая», «Мягков» и др.
CF	Вермут	Kartveli, Loire Proprietes, продукция компании LUDING GROUP и др.
CN	Крепленые вина	Крымское Лето. Piedra Negra (Аргентина), Hacienda Araucano и др.
CS	Вина	Линейка «Тайна Колхиды», Традиции Абхазии и др.

В категории наиболее востребованных товаров находятся позиции, имеющие стабильный и постоянный спрос в розничных магазинах. Далее представлены отгружаемые в больших объемах, но не с высокой частотой позиции. Наименее востребованы – крепленые вина и бальзамы, они находятся в категории CN и CS.

На основании анализа можно сделать следующие выводы о зонировании склада (рисунок 1):

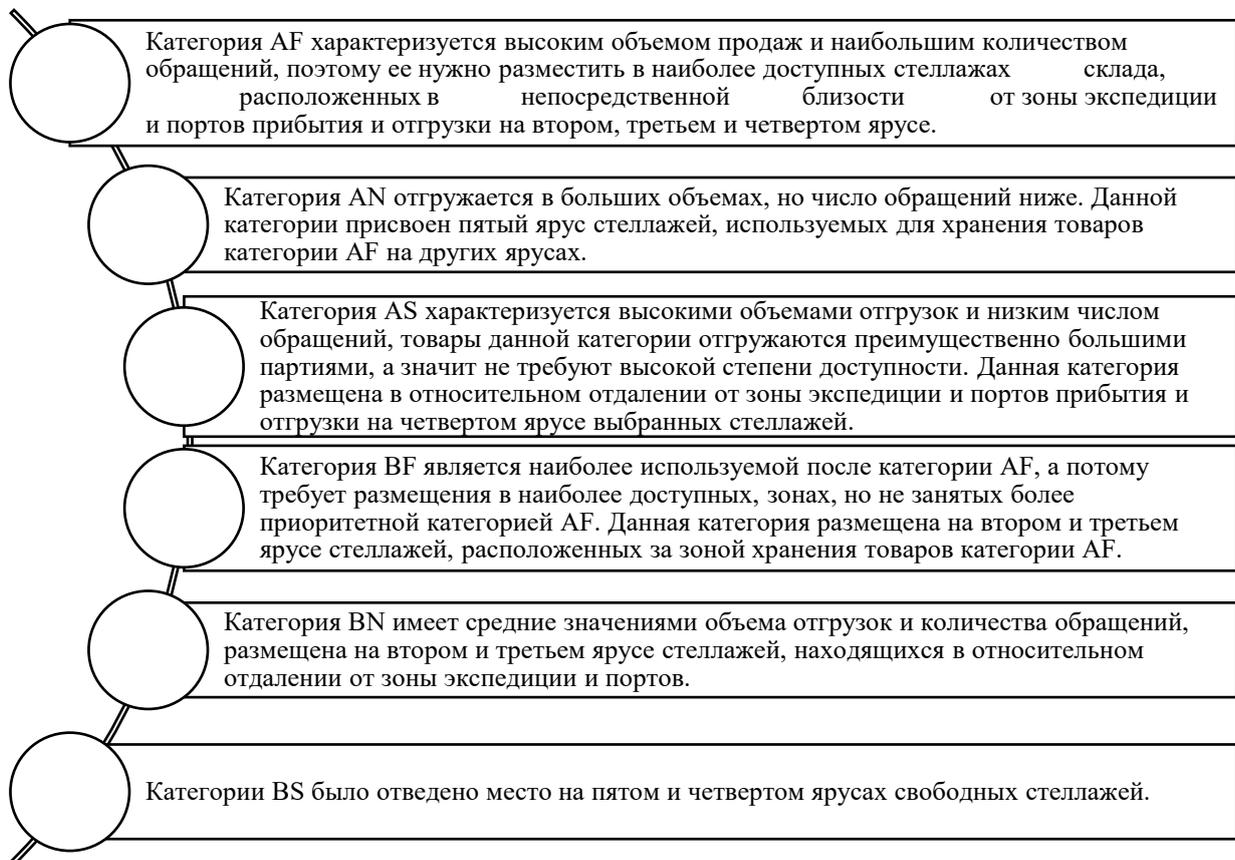


Рис. 1. Выводы о зонировании склада компании S

Зоны распределения стационарного склада представлены в таблице 13.

Таблица 13.
Зоны распределения стационарного склада

Категория	Зона размещения	Ярус стеллажа
AF	Зона 1	2,3,4
AN	Зона 1	5
BF	Зона 2	2,3
BS	Зона 2	4,5
BN	Зона 3	2,3
BS	Зона 3	5
AS	Зона 3	4

Для размещения категорий CF, CN, CS общая площадь набивных стеллажей была разделена на две равные части, обладающие одинаковой доступностью.

Зоны пространственного распределения стационарного склада представлены в таблице 14.

Таблица 14.
Описание зон пространственного распределения стационарного склада

Категория	Зона размещения	Ярус стеллажа
CF	Зона 4	1
CN	Зона 4	2,3
	Зона 5	1,2
CS	Зона 4	4,5
	Зона 5	3,4,5

Зона 1 распределительного склада расположена в максимальной доступности от зоны экспедиции, что позволит быстро и с наименьшими затратами техники и персонала разместить товары, отгрузки которых отличаются наибольшей частотой и объемом (категории AF и AN).

Зона 2 и 3 склада обладают меньшей доступностью и расположены за зоной 1 относительно зоны экспедиции. В данных зонах размещены товары, характеризующиеся средним объемом отгрузок (категории BF, BN, BS) и сравнительно низким количеством обращений (категория AS).

В зонах 4 и 5 расположены набивные стеллажи. Данные зоны предназначены для хранения товаров, отгрузки которых минимальны (категории CF, CN, CS). Таким образом, рекомендованное зонирование учитывает специфику всех категорий комплексного анализа ассортимента и позволяет сократить временные, трудовые издержки и технические затраты.

Подобный подход позволит не только повысить эффективность складских операций, связанных с размещением, хранением, комплектацией, выходом из зоны хранения товаров, но и сократить длительность складских операций и существенно снизить затраты на персонал и транспорт.

Как было выявлено в процессе анализа, для эффективности деятельности склада имеют ключевое значение имеющиеся в наличии складские помещения. В случае универсального назначения помещений снижается уровень механизации и увеличиваются затраты на складские операции, возрастает вероятность сбоев в работе складской структуры, вследствие чего может быть снижена результативность продаж. Наличие специализированных помещений обеспечивает механизацию и автоматизацию складских работ для бесперебойной поставки товаров потребителю.

Для обоснования эффективности предложенных мероприятий была использована программа AnyLogic, на основе построенной имитационной модели. В процессе выполнения оптимизационного эксперимента в программе AnyLogic была запущена модель с каждым из допустимых значений параметра и на выходе каждого запуска получено значение целевой функции для определения оптимального значения параметра.

С помощью модели были рассчитаны такие показатели, как количество техники для обеспечения максимальной скорости процессов размещения и снятия товаров с зон хранения при существующих и рекомендованных способах размещения складских запасов.

В модели была учтена средняя скорость движения погрузчика (1,2 км/ч), время размещения и изъятия товаров на грузовых площадках (4 минуты), время поднятия или понижения на уровень стеллажной системы (3,4 минуты). Количество погрузчиков, необходимых для производства операций было выбрано изменяемым параметром модели, целью – минимизация времени размещения и изъятия товаров.

Проведенный эксперимент доказывает, что при размещении товаров на основе комплексного структурного ABC-FNSD анализа среднее время размещения и снятия товаров уменьшается в два раза меньше, и понадобится меньшее количество погрузчиков – 17 вместо 23 (таблица 15).

Таблица 15.

Итоговые значения времени размещения и снятия товаров по модели Any Logic

Состояние до эксперимента	Текущее	Лучшее	Состояние после эксперимента	Текущее	Лучшее
Итерация (мин.)	100	72	Итерация (мин.)	30	20
Функционал (мин.)	32 491	32 225	Функционал (мин.)	16 126	16 883
Единицы техники (шт.)	59	23	Единицы техники (шт.)	8	17

На основании полученных из WMS-системы данных о входящих и выходящих грузопотоках, действующей системе и принципах хранения были определены коэффициенты загруженности каждой зоны хранения для существующей и рекомендованной моделей складских помещений. Загруженность складских площадей была определена по формуле:

$$K \text{ загруз.} = \frac{Q \text{ факт.}}{Q \text{ норм.}} \quad (4)$$

где $Q_{\text{факт}}$ – средний запас товаров, (паллето-мест);

$Q_{\text{норм}}$ – вместимость зоны хранения, (паллето-мест).

В таблице 16 представлены данные о среднем запасе каждой категории структурного анализа и расчет коэффициентов загруженности для каждой зоны, отведенной под хранение продукции определенного класса.

Таблица 16.

Данные для расчета загруженности склада до внедрения предложенных мероприятий

Категория ABC-анализа	Средний запас упаковок (шт.)	Вместимость зоны хранения (единиц паллето- мест)	Коэффициент загруженности склада
AA	1835	850	2,16
AB	310	850	0,36
AC	72	850	0,08
B	1290	1500	0,86
C	1028	820	1,25

Категории структурного анализа распределены по складским площадям неравномерно. Так, средний запас категорий AA и C значительно превосходит возможности размещения выделенных категорий, тогда как грузовые площади, выделенные на хранение категорий AB и AC, многократно превышают потребные.

Данные для расчета загруженности склада для действующих бизнес-процессов представлены в таблице 17.

Таблица 17.

Данные для расчета загруженности склада для действующих бизнес-процессов

Категория ABC FNSD анализа	Средний запас упаковок (шт.)	Вместимость зоны хранения (единиц паллетто-мест)	Коэффициент загруженности склада
AF	1048	1642	0,64
AN	530	663	0,80
AS	109	404	0,27
BF	423	830	0,51
BN	405	635	0,64
BS	403	1062	0,38
CF	258	143	1,80
CN	678	528	1,28
CS	681	893	0,76

Для оценки экономической выгоды от внедрения предложенных мероприятий предлагается рассчитать среднюю стоимость техники, необходимой для транспортировки товаров, и затрат на персонал (таблица 18).

Таблица 18

Расчет экономической эффективности предложений

Статья затрат	Количество до применения мероприятий	Количество после применения мероприятий	Стоимость за единицу (руб.)	Общая стоимость до/после (руб.)	Разница
Необходимое количество погрузчиков (шт.)	23	17	Покупка 1 700 000	39 100 000 / 28 900000	10 200 000
			Содержание 420 000	9 660 000 / 7 140 000	2 520 000
Необходимое количество водителей погрузчиков (чел.)	23	17	Ежегодная заработная плата 540 000	12 420 000 / 9 180 000	3 240 000
Общий экономический эффект (руб.)					1 596 0000
Совокупная ежегодная экономия (руб.)					21 136 666,67

Совокупная ежегодная экономия определена по формуле:

$$\text{Эгод} = \text{Стоимость погрузчиков} / \text{срок эксплуатации} + \text{стоимость содержания погрузчиков} + \text{заработная плата водителей} \quad (5)$$

$$\text{Эгод ABC} = 39\,100\,000 / 6 + 9\,660\,000 + 12\,420\,000 = 28\,596\,666,67 \text{ руб.}$$

$$\text{Эгод ABC FNSD} = 28\,900\,000 / 6 + 7\,140\,000 + 9\,180\,000 = 21\,136\,666,67 \text{ руб.}$$

При применении ABC-FNSD структурного анализа и изменении структуры зон хранения в соответствии с выделенными категориями товаров, экономия в год возрастает на 7 460 000 рублей, что подтверждает экономическую эффективность предложенных мероприятий по совершенствованию складской деятельности дистрибьюторской компании S.

Можно сделать вывод, что предложенные изменения в структуризации складских запасов позволяют сократить временные и материальные затраты на управление складскими процессами.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

С развитием электронной коммерции и ростом популярности маркетплейсов, происходит существенное увеличение объемов хранения и отгрузки товаров на складах. Одним из главных преимуществ складского хранения является повышение эффективности складских процессов.

Главный принцип эффективной организации складского пространства заключается в максимально эффективном использовании доступной площади.

В настоящее время продолжается тенденция на внедрение программного обеспечения для замены ручного труда автоматизированными бизнес-процессами и складской аналитики. В результате повышается производительность склада, снижаются издержки на хранение и перемещение товаров.

В 2025 году объем рынка e-commerce в России, по данным Data Insight, может превысить 11 трлн рублей. Это создает огромный спрос на складские площади и современные логистические решения [10]. Компании будут стремиться к большей гибкости, развивая логистические модели Fulfillment by Merchant (FBM) и мультиканальные склады. Данные тенденции будут являться предметом дальнейших исследований авторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаджинский, А.М. Проектирование товаропроводящих систем на основе логистики: учебник / А.М. Гаджинский. – 5-е изд., стер. – М.: Дашков и К°, 2024. – 322 с.
2. Григорьев, М.Н. Коммерческая логистика: теория и практика: учебник для среднего профессионального образования / М.Н. Григорьев, В.В. Ткач, С.А. Уваров. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2024. — 507 с.
3. Григорьев, М.Н. Управление товародвижением: учебник для вузов / М.Н. Григорьев. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 91 с.
4. Дыбская, В.В. Логистика складирования: учебник: [16+] / В.В. Дыбская. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 794 с.
5. Логистика: учебное пособие: [12+] / авт.-сост. А.И. Коломиец. – М.: Директ-Медиа, 2020. – 260 с.
6. Маликова, Т.Е. Складская логистика: учебник для среднего профессионального образования / Т.Е. Маликова. — 2-е изд. — М.: Издательство Юрайт, 2024. — 115 с.
7. Новиков, В.Э. Информационное обеспечение логистической деятельности торговых компаний: учебное пособие для вузов / В.Э. Новиков. — М.: Издательство Юрайт, 2024. — 135 с.
8. Пархоменко, Т.В. Логистика складского хозяйства региона: учебное пособие: [16+] / Т.В. Пархоменко, В.Г. Халын, Н.В. Гузенко; Ростовский государственный экономический университет (РИНХ), Факультет торгового дела, Кафедра коммерции и логистики. – Ростов-на-Дону: Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2022. – 262 с.
9. Пункты взаимодействия на транспорте и транспортно-складские комплексы: учебное пособие: [16+] / В.Е. Шведов, В.И. Иванова, А.Е. Утушкина, А.В. Елисеева; под общ. ред. В.Е. Шведова. – М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 260 с.
10. Склады и логистика в России: прогнозы и перспективы на 2025 год <https://companies.rbc.ru/news/IUBQB6GtQm/skladyi-i-logistika-v-rossii-prognozyi-i-perspektivy-na-2025-god/> (дата обращения 12.11.2024)
11. Совершенствование складской логистики на складе компании Unilever. URL: https://dspace.spbu.ru/bitstream/11701/30423/1/Soversenstvovanie_skladskoj_logistiki_na_sklade_IC_kompanii_UNILEVER.pdf (дата обращения 12.11.2024)
12. Цопа, Н.В. Стратегический подход к корпоративному обучению в современных торговых организациях / Н.В. Цопа, А.В. Храмова // Экономика строительства и природопользования. – 2023. – № 2 (87). – С. 36-48
13. Янченко, А.А. Логистика снабжения: учебное пособие для вузов / А.А. Янченко. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 132 с.

MANAGEMENT OF WAREHOUSE LOGISTICS PROCESSES IN THE ORGANIZATION

¹Tsopa N.V., ²Khramova A.V.

¹ Institute "Academy of Construction and Architecture", V.I. Vernadsky Crimean Federal University,
Kievskaya str., 181, Simferopol, 295943

² Russian State Social University, 125190, Moscow, Wilhelm Peak str., 4, building 1

Annotation. In modern conditions, the impact of logistics on business efficiency cannot be overestimated. An efficient warehouse allows you to make the necessary management decisions in a timely manner to ensure the necessary level of sales, and hence the effectiveness of the organization.

According to the authors, with the rational development of warehouse process algorithms, a warehouse can become a growth center for an enterprise, a powerful asset for stimulating profit growth and improving warehouse operations.

The authors presented recommendations on optimizing warehouse logistics processes using the example of the distribution company S. Based on the analysis and identified problems of logistics process management, schemes for spatial assignment of product categories to warehouse areas were developed.

The applied complex structural analysis allowed us to consider in detail the characteristics of goods of various groups and propose the zoning of warehouse areas.

The proposed change in warehouse areas will allow goods to be placed taking into account the frequency and volume of consumption and taking into account the availability of various sections of the storage area.

Keywords: management, warehouse, logistics processes, warehousing logistics, warehouse complex, warehouse processes, warehouse process management, warehouse logistics management.

Наши авторы

Шунько Наталья Владимировна	к.т.н., заведующая НИЛ «Гидротехнические сооружения», НОЦ «Гидротехника», НИУ МГСУ, г. Москва
Шунько Артем Андреевич	студент, НИУ МГСУ, г. Москва
Ничкова Лариса Александровна	к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Техногенная безопасность и метрология» ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет, г. Севастополь
Фаляхова Полина Якуповна	магистрант, ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет, г. Севастополь
Осадчая Лилия Ивановна	к.г.н., ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет, г. Севастополь
Шайхиев Ильдар Гильманович	д.т.н., профессор, КНИТУ, г. Казань
Дроздов Иван Александрович	аспирант, БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород
Гольшев Андрей Александрович	к.т.н., ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь
Абильзатов Ислям Джемильевич	магистрант, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь
Вердыш Михаил Валериевич	к.э.н., ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», г. Симферополь
Булаенко Людмила Михайловна	к.с.-х.н., ФГБОУ ВО «Херсонский аграрный университет», г. Херсон
Матвеев Владимир Альбертович	аспирант, ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет, г. Севастополь
Рыкунов Сергей Михайлович	старший преподаватель, ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет, г. Севастополь
Оводков Михаил Владимирович	к.т.н, ФГБУ «ВНИИ Экология»; Институт тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова РТУ МИРЭА г. Москва
Петров Вадим Олегович	ФГБУ «ВНИИ Экология», г. Москва
Кочнов Юрий Михайлович	к.т.н., доцент, ФГБУ «ВНИИ Экология», г. Москва
Азаров Валерий Николаевич	д.т.н., профессор, ФГБУ «ВНИИ Экология», г. Москва
Цопа Наталья Владимировна	д.э.н., профессор, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь
Храмова Алиса Владимировна	к.э.н., доцент, Российский государственный социальный университет, г. Москва

Журнал

ЭСиП № 3 (92) – 2024

ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ