

# ВЕСТНИК

МЕЖДУНАРОДНОЙ АКАДЕМИИ НАУК ЭКОЛОГИИ  
И БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Том 30 №3  
2025



Санкт-Петербург

**ВЕСТНИК  
МЕЖДУНАРОДНОЙ АКАДЕМИИ НАУК ЭКОЛОГИИ  
И БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
(МАНЭБ)**

Теоретический и научно-практический журнал  
**Том 30, № 3 2025г.**

Журнал основан в 1995 году

Учредитель журнала: Международная академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ).

Главный редактор:

Заместитель главного редактора:

Заведующие редакцией:

Ответственный секретарь:

доктор технических наук, профессор  
доктор технических наук, профессор  
кандидат технических наук, доцент  
кандидат технических наук, член-корр.  
кандидат военных наук, доцент

**Шкрабак Владимир Степанович**  
**Огнев Олег Геннадьевич**  
**Занько Наталья Георгиевна**  
**Родин Владислав Геннадьевич**  
**Цаплин Виталий Васильевич**

**Кураторы публикаций журнала**

- |                                  |                                                            |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------|
| • Брюханов Александр Юрьевич -   | доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН |
| • Шашурин Александр Евгеньевич - | доктор технических наук, профессор                         |
| • Ложкин Владимир Николаевич -   | доктор технических наук, профессор                         |
| • Агошков Александр Иванович -   | доктор технических наук, профессор                         |
| • Алборов Иван Давыдович -       | доктор технических наук, профессор                         |

**Редакционная коллегия:**

- |                                 |                                                              |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| • Бородий Сергей Алексеевич     | доктор сельскохозяйственных наук, профессор                  |
| • Иванов Андрей Олегович        | доктор медицинских наук, профессор                           |
| • Минько Виктор Михайлович      | доктор технических наук, профессор                           |
| • Мустафаев Ислам Ибрафил оглы  | доктор химических наук, профессор                            |
| • Ковязин Василий Федорович     | доктор биологических наук, профессор                         |
| • Петров Сергей Афанасьевич     | доктор технических наук, профессор                           |
| • Фуал Махмуд оглы Гаджи-заде   | доктор технических наук, профессор                           |
| • Чжан И                        | доктор технических наук, профессор (КНР).                    |
| • Хуан Чжэмин                   | профессор, академик (КНР)                                    |
| • Линь Цзинь                    | доцент (КНР)                                                 |
| • Баранова Надежда Сергеевна    | доктор сельскохозяйственных наук, доцент                     |
| • Бардышев Олег Андреевич       | доктор технических наук, профессор                           |
| • Воробьев Дмитрий Вениаминович | доктор медицинских наук, профессор                           |
| • Ибадулаев Владислав Асанович  | доктор технических наук, профессор                           |
| • Грошилин Сергей Михайлович    | доктор медицинских наук, профессор                           |
| • Ефремов Сергей Владимирович   | кандидат технических наук, доцент                            |
| • Линченко Сергей Николаевич    | доктор медицинских наук, профессор                           |
| • Позднякова Вера Филипповна    | доктор сельскохозяйственных наук, профессор                  |
| • Баранов Юрий Николаевич       | доктор технических наук, профессор                           |
| • Савельев Анатолий Петрович    | доктор технических наук, профессор                           |
| • Ложкина Ольга Владимировна    | доктор технических наук, профессор, кандидат химических наук |
| • Белова Татьяна Ивановна       | доктор технических наук, профессор                           |
| • Орлов Павел Сергеевич         | доктор технических наук, профессор                           |
| • Сакович Наталия Евгениевна    | доктор технических наук, профессор                           |
| • Юрков Михаил Михайлович       | доктор технических наук, профессор                           |
| • Шкрабак Роман Владимирович    | кандидат технических наук, доцент                            |
| • Мазур Андрей Семенович        | доктор технических наук, профессор                           |
| • Морозов Владимир Васильевич   | доктор технических наук, профессор                           |

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) и размещается на сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)).

Информация о журнале размещена на сайте [www.vestnik-maneb.ru](http://www.vestnik-maneb.ru).

За использование сведений, не подлежащих публикации в открытой печати, ответственность несут авторы.

**Адресредакции:** 194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5, тел/факс: (812)6709376,  
электронная почта: [vestnik\\_maneb@mail.ru](mailto:vestnik_maneb@mail.ru)

## СОДЕРЖАНИЕ

**Шкрабак Р.В., Шкрабак В.С., Цаплин В.В., Огнев О.Г., Джаббаров Н.И.**

Международная академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности:

Состояние и пути совершенствования .....4

**ЭКОЛОГИЯ** .....12

**Раковская Е.Г.**

К вопросу оценки качества атмосферного воздуха на основе дифференцированных  
и комплексных показателей.....12

**Апанасенко О.А.**

Сорбционная способность жировых частиц на природных вермикулитах .....15

**Кича М.А.**

Оценка экологического состояния почвы территорий строительства и реконструкции  
в центральных районах Санкт-Петербурга .....19

**Джаббаров Н.И., Шкрабак В.С., Шкрабак Р.В.**

Методика эколого-экономической оценки эффективности технологий возделывания  
сельскохозяйственных культур .....26

**Яненко Ю.Б., Бударин С.Н., Михайленко В.С., Кириллова Н.В.**

Хемосорбция двуокиси углерода водными растворами саркозината калия .....44

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ** .....47

**Занько Н.Г.**

Аспекты освещения в рамках дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»  
для направления «Дизайн».....47

**Савельев А. П., Курдюков Д.В.**

Анализ обеспечения пожарной безопасности гаража для стоянки и обслуживания транспорта  
ООО СЗ «САРМИЧ» .....51

**Аксенов С.Г., Рузиев Ф.Н.**

Мотивация как фактор профессиональной устойчивости сотрудников противопожарной  
службы .....58

**Белова Т.И., Агашков Е.М., Портнова К.И., Барышева М.Е.**

Выбор технологических параметров регулирования запылённости воздуха приемного  
пункта комбикормового производства.....61

**Сакович Н.Е., Христофоров Е.Н., Вerezубова Н.А.**

Техногенные и природные Чрезвычайные ситуации в Брянской области за 2022 -2023 годы.....69

**Белова Т.И., Агашков Е.М., Портнова К.И.**

Снижение травмоопасных ситуаций на приемных пунктах комбикормового производств.....78

## МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ЭКОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ: СОСТОЯНИЕ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

**Шкрабак Р.В.**-кандидат технических наук, член-корреспондент МАНЭБ, доцент, заведующий кафедрой «Безопасность технологических процессов и производств «Санкт–Петербургского государственного аграрного университета»». E-mail: shkrabakrv@mail.ru

**Шкрабак В.С.**- доктор технических наук, академик МАНЭБ. профессор кафедры «Безопасность технологических процессов и производств» «Санкт –Петербургского государственного аграрного университета». E-mail: v.shkrabak@mail.ru

**Цаплин В.В.**- кандидат военных наук, доцент, первый вице-президент МАНЭБ, доцент, «Высшая школа техносферной безопасности инженерно-строительного института», г. Санкт-Петербург

**Огнев О.Г.**- доктор технических наук, профессор, заместитель главного редактора журнала «Вестник» МАНЭБ, заведующий кафедрой прикладной механики, инженерной графики и физики «Санкт-Петербургского государственного аграрного университета».Email:ognew.og@mail.ru

**Джабборов Н.И.**- доктор технических наук, профессор «Института агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства». Email:nozimjon-59@mail.ru

**Аннотация.** Дан краткий анализ основных достижений в работе членов академии, выполненных за тридцатилетний период её деятельности в соответствии с уставом. Отмечается активная работа практически всех отечественных и зарубежных отделений, членов академии и ряда учёных практически всех структур общероссийского классификатора видов экономической деятельности. Этим подтверждается межотраслевой характер исследований в соответствии с уставом академии под руководством её организатора и создателя, первого Президента, заслуженного деятеля науки и техники страны, заслуженного эколога, доктора технических наук, профессора О. Н. Русака. Отмечается, что работа проводилась в соответствии с нормативно-правовой базой страны и положений МОТ и ВОЗ в части сохранения жизни и здоровья работников всех структур систем жизнедеятельности, а также Указов Президента РФ и Постановлений Правительства РФ. В работе последнего пятилетия учитывались материалы по совершенствованию научно-практических аспектов проблемы. Обращено внимание на необходимость интенсификации работ в направлении динамичного снижения и ликвидации производственного травматизма и профессиональной заболеваемости во всех структурах систем жизнедеятельности. Сообщается о необходимости организационного совершенствования структур академии, а также помощи государственных и общественных структур в реализации научно-практических достижений МАНЭБ, основные положения которых регулярно освещаются в издаваемом ежеквартально её журнале – Вестнике МАНЭБ.

**Ключевые слова:** Международная академия экологии и безопасности жизнедеятельности, анализ состояния, пути совершенствования работы.

**INTERNATIONAL ACADEMY OF ECOLOGY  
AND LIFE PROTECTION SCIENCES: STATUS AND WAYS OF IMPROVEMENT**

**Shkrabak R.V., Shkrabak V.S., Tsaplin V.V., Ognev O.G., Dzhabborov N.I.**

**Abstract.** A brief analysis of the main achievements in the work of the Academy members, carried out over the thirty-year period of its activity in accordance with the charter is given. The active work of almost all domestic and foreign departments, members of the Academy and a number of scientists from almost all structures of the All-Russian classifier of types of economic activity is noted. This confirms the intersectoral nature of the research in accordance with the charter of the Academy under the leadership of its organizer and creator, the first President, Honored Scientist and Technician of the country, Honored Ecologist, Doctor of Technical Sciences, Professor O. N. Rusak. It is noted that the work was carried out in accordance with the regulatory framework of the country and the provisions of the ILO and WHO in terms of preserving the life and health of workers of all structures of life support systems, as well as Decrees of the President of the Russian Federation and Resolutions of the Government of the Russian Federation. The work of the last five years took into account materials on improving the scientific and practical aspects of the problem. Attention is drawn to the need to intensify work in the direction of dynamic reduction and elimination of industrial injuries and occupational diseases in all structures of life support systems. It is reported on the need for organizational improvement of the Academy's structures, as well as assistance from state and public structures in the implementation of scientific and practical achievements of the MANEB, the main provisions of which are regularly covered in its Bulletin published quarterly.

**Keywords:** International Academy of Ecology and Life Protection Sciences, analysis of the state, ways to improve work.

Введение. Как известно, неоценимой стоимостью отечественной и большей частью мировой цивилизации является человеческий (кадровый) потенциал. Именно его жизнь, здоровье и профессионализм обеспечивают текущие потребности жизнедеятельности сообщества на различных этапах его развития. Многообразие видов профессионализма диктуется потребностью живущих на Земле. В числе ведущих потребностей сообщество обобщённо являются продовольственные, научные, культурные, образовательное, медицинское, оборонительные и социальные направления жизнедеятельности. Каждое из них для достижения желаемых результатов достигается физическим и интеллектуальным трудом жителей регионов и стран мирового сообщества.

Достижения желаемых результатов обеспечивается кадровым потенциалом. Подготовка его связана с воспитанием в первую очередь трудолюбия, понимания не только прав, но и обязанностей, образованием, на что требуется огромный труд семьи и государства, а также время и затраты. В связи с этим и другими обстоятельствами социального характера необходимость сохранения жизни и здоровья кадрового потенциала – важнейшая задача цивилизованных сообществ Земли. Однако, практика жизнедеятельности показывает, что благие намерения в указанном выше направлении не всегда сбываются. Связано это с производственным травматизмом и производственно-обусловленными заболеваниями, имеющими место на всех континентах мира. Эти последствия генерируются составляющими техносферной безопасности (пожарной, экологической, чрезвычайно-ситуационной и безопасности труда) по различным причинам и обстоятельствам природного и техногенного характера. Подтверждается это тем

фактом, что по данным Международной организации труда (МОТ) в мире ежегодно происходит около 340 млн. несчастных случаев; в результате их и генерируемых ими заболеваний ежегодно в мире погибает около 2,3 млн. человек, то есть усреднено в мире погибает ежедневно около 6 тыс. человек. Не в полной мере соответствуют результаты профилактики производственного травматизма в системах жизнедеятельности нашей страны и её АПК.

Цель работы - краткая оценка основных достижений в работе МАНЭБ за первое тридцатилетие её деятельности и задачи на ближайшую перспективу в связи с необходимостью динамичного снижения и ликвидации производственного травматизма в структурах ОКВЭД страны.

Методы и объекты. Методы базировались на анализе опубликованных членами академии результатах исследований и статистических данных государственных органов и инспекций по проблемам производственного травматизма за последнее десятилетие и необходимости усиления профилактических мер научно-производственного и внедренческого характера.

Результаты работы и их обсуждение. Тревожит состояние с производственным травматизмом и в нашей стране, где по данным социального фонда России (СФР) на начало 2023 года в стране количество страховых несчастных случаев составляло 32088 при общей численности их с тяжелыми последствиями на тот же период 5740 с числе погибших на производствах 1625 человек. Причины тому десятилетия стабильны и отличаются количественными показателями; на рассматриваемое время они имели место: в 31,5% случаев из-за несоответствия организации работ установленным требованиям; в 9,1% случаев – из-за нарушения трудовой дисциплины, а в 8,4% случаев – правил дорожного движения и в 7,9% случаев – технологического процесса; имели место в 6% случаев неиспользование СИЗ, а в 2,1% - недостатки в организации рабочих мест и в подготовке работников по охране труда. Имеют место и другие обстоятельства, и причины по ряду специфических видов деятельности в 32-х видах ОКВЭД страны.

Отметим и социальную значимость проблемы в связи с неполным соответствием профилактических мероприятий систем жизнедеятельности нормативно-правовой базе страны [1-5]. В связи с этим имели место существенные материальные ущербы. Так только в 2023 году расходы на компенсацию работникам на приобретение СИЗ, занятым работами с вредными и (или) опасными условиями труда на средних и крупных предприятиях ряда видов ОКВЭЛД (без субъектов малого предпринимательства) и проведение медицинских осмотров составили по данным Росстата 363,4 млрд. рублей (рост по сравнению в 2014 годом практически в 2 раза). Надо понимать, что это далеко не полные сведения по составляющим техносферной безопасности (пожары, экология, чрезвычайные ситуации, безопасность труда, дорожно-транспортные и другие происшествия). Изложенное положение не согласуется с указанными выше требованиями в области профилактики производственного травматизма и заболеваемости, а также существующим уровнем научно-практических достижений в области профилактики, широкое использование которых в практике существенно повлияло бы на снижение производственного травматизма. И тем не менее нуждаются в дальнейшем развитии научные и инновационные положения проблемы как в части их научных обоснований, так и мер по использованию инноваций в области безопасности труда в производственной сфере. Причины неадекватных практических использований трудоохранных достижений многолики. Анализ показывает, что работодатели не в полной мере знакомы с новыми достижениями, имеющих место в отечественных коллективах НИИ и рядов Вузов. Но широкого делового контакта в

направления использования новаций ненаблюдается (дело поправляется внедрением с двусторонней заинтересованностью сторон, а не бесконечными согласованиями).

Касаясь новых положений МАНЭБ, напомним что основными из них являются объединение усилий ученых сфер жизнедеятельности (инженеров, медицинского персонала и широкого круга профессионалов для структур ОКВЭД с целью наращивания интеллектуального потенциала в сфере научно-практической деятельности в направлении защиты здоровья и жизни людей от природных, техногенных и иных опасностей, обеспечения безопасности жизнедеятельности человека и оздоровления производственной среды. Указанные положения реализовывались по линии 9 поставленных задач на основе взаимодействия с РАН и другими специализированными академиями, министерствами и ведомствами Российской Федерации и зарубежных стран, академии наук других суверенных стран, научными сообществами, творческими союзами, финансовыми и коммерческими структурами, трудовыми и техническими инспекциями, Росстатом, Роструда, Россельхознадзором, Ростехнадзором, ГИБДД, СФР, органами пожарного, санитарно-гигиенического и санитарно-эпидемиологического надзора, природоохранного и экологического надзора и др. В работах учитываются соглашения между общероссийским объединением профсоюзов, общероссийским объединением работодателей и Правительством Российской Федерации на предшествующие годы и на 2024-2026 г.

Оценивая успехи коллектива МАНЭБ за истекшие тридцатилетие, есть основание утверждать, что выполняемые в рамках устава исследования под руководством выдающегося ученого, доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РФ, заслуженного эколога РФ, академика МАНЭБ, ее президента О.Н. Русака представляют интерес для трудоохранной науки и практики. Они отличаются новизной и оригинальностью и представляют большой научно-практический интерес в соответствии с новациями технологий и методов их реализации, нуждаясь в постоянном дальнейшем развитии в направлении обеспечения техносферной безопасности. Анализ показывает, что в этом направлении важны вопросы БЖД глобального и локального характера. Касаясь первого, отметим, что коллективом МАНЭБ полезно участвовать в соответствии с уставом в решении глобальных проблем техносферной безопасности. В первую очередь это касается коллег по профессии стран, разделяющих человеческие ценности в направлении сохранения жизни и здоровья работников.

Пути обеспечения безопасности труда в локальных зонах конкретных регионов формируются с учетом того, что человеческая жизнь выше самых высоких достижений в любом направлении жизнедеятельности. Кратко это формулируется в мировом масштабе так – «травматизму – нуль». Частью мирового и отечественного сообщества это изречение воспринимается как призыв к новым достижениям, а некоторыми утверждается, что это в принципе недостижимо. Подход с позиций недостижимости нам представляется необоснованным. Изложенное подтверждается практикой жизнедеятельности мирового и отечественного сообщества. И в первую очередь специалистами, владеющими объективной информацией мирового и отечественного уровня по проблемам обеспечения техносферной безопасности. Подтверждается тем, что в ряде видов деятельности (в нашей стране по классификации ОКВЭД) ежегодно, несмотря на текущие коллизии, число травм и аварий сокращается (хоть и в недостаточных количествах). Кроме того, ежегодно в стране извещается статистическими органами о динамичном снижении тяжелых несчастных случаев на производствах структур ОКВЭД (равно, как и тех, где допущен рост числа травм на производствах). Изложенное в части отсутствия травматизма по годам по ряду структур и

субъектов свидетельствует о том, что есть пути достижения производственных результатов без травм и аварий. Авторы понимают, что различие между опасными и вредными производствами и теми, где такие работы не классифицируются как опасны и вредные (в дискуссии по этому вопросу ставит точку факт наличия травм в производствах того и другого вида). С точки зрения авторов в рассматриваемой ситуации правомерен вопрос или плодотворна дискуссия о путях достижения нулевых показателей производственного травматизма. В мировой и отечественной трудовой (и не только) науке и практике в последние полвека достигнуты значимые результаты теоретико-практического направления достижения нулевых показателей по производственному травматизму. Интенсивная работа в этом направлении членов МАНЭБ в последнюю четверть прошлого и первую четверть текущего века с участием их в трудовых коллективах образовательных, научно-исследовательских и производственных коллективах привели к желаемым результатам в части теоретического обоснования и практической реализации (даже в качестве лабораторно-производственных опытов) к подтверждению возможности динамичного снижения и ликвидации производственного травматизма и производственно- обусловленной заболеваемости комплексом разработок членов МАНЭБ в части организационно- технического, санитарно-гигиенического, медико-биологического, инженерно- технического, эргономического, кадрового, научного, социально-экономического, нормативно-правового, психофизиологического, материально- технического, финансово-хозяйственного, оборонительного и другого характера. Номенклатура этих разработок в достаточной мере освещена в Вестниках МАНЭБ различных лет [10-12] хоть и в малой степени, а порой и в виде информации. Речь идёт о достижениях в рассматриваемом направлении отечественных и зарубежных членов МАНЭБ, опубликованных в Вестниках её на русском в основной части (и по просьбе зарубежных авторов-английском и китайском) языках. Отметим, что большая работа по линии Вестника МАНЭБ постоянно осуществлялась и ныне осуществляется редакционным советом и редакционной коллегией журнала по согласованным научным направлениям номенклатуры научной специальности в части техносферной безопасности [п.2.10 – Приказ Минобра от 24.02.2021 №118 в редакции от 24.07.2023 г.] В поле зрения постоянной научно-образовательной деятельности членов МАНЭБ в соответствии с ее уставом постоянно находится обновленная современная нормативно-правовая база страны [1-6].

Работа МАНЭБ осуществлялась в соответствии с Указом Президента РФ от 07.07.2011 №899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологии и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации»; она продолжается в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2024 г. №309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года».

В направлениях деятельности МАНЭБ за последнее десятилетие достигнуты значительные научно-практические результаты в интересах работников страны. В частности, осуществлено обновление и продолжается совершенствование нормативно-правовой базы в отрасли обеспечения техносферной безопасности («регуляторная гильотина»). Запрещены работы в опасных и вредных условиях без их нормализации. Кроме того, осуществлено укрепление материально-технической и учебно-методической базы образовательного процесса в области техносферной безопасности (Агошков А. И., Алборов И.Д. Минько В.М., Морозов В.В., Мустафаев И.И., Бородай С.А. , Иванов А. О. Ковязин В.Ф., Петров С.А., Чжан И, Баранова Н.С. Бардышев О. А. ,Воробьев Д.В. , Ибадулаев В.А., Грошили С.М., Линченко С.Н. , Ефремов С.В.,



Русак О.Н., Малаян К.Р., Занько Н.Г. Позднякова В.Ф., Мазур А.С., Огнев О.Г., Цаплин В.В., Ложкин В.Н., Брюханов А. Ю. Шашурин А.Е., Иванов Н.И. Богданов А.В., Родин В. Г., Шкрабак Р.В. и др).

Обоснована теоретически и подтверждена практически Стратегия и тактика динамичного снижения, и ликвидация производственного травматизма в АПК [7]. Выполнена большая работа ЛСХИ-Санкт-Петербургским ГАУ по подготовке научно-педагогических кадров в области техносферной безопасности применительно к отрасли АПК (подготовлено 95 кандидатов и 27 докторов технических наук- Шкрабак В.С., Шкрабак Р.В. [8]). Отличительной чертой этого направления являются инновационные направления теоретико-практических решений, защищенных 250 патентами на изобретения; результаты одобрены и рекомендованы к внедрению 5 решениями научно-технического совета (НТС) Министерства сельского хозяйства страны.

Прорывным решением в области повышения эксплуатационно- энергетического и эргономического обоснования высокоэффективных и безопасных средств механизации и электрификации процессов АПК являются теоретико-практические достижения трудовой научно-педагогической школы Санкт-Петербургского ГАУ совместно с ПО «Кировский завод» и МАНЭБ теоретико-практических обоснований по созданию, разработке и испытанию первого в стране и мире мощного газотурбинного трактора К-701 ТУРБО. Его испытание в составе пахотного, транспортного, бульдозерного и скреперного агрегатов проведено на Северо-Западной МИС, в НИПТИМЭСХ СЗ, совхозах «Детскосельский» и «им. Ленсовета, учхоза «Пушкинское» Ленинградского СХИ. Они подтвердили весьма положительные результаты конструктивно-технологического, массово-габаритного, экологического, эксплуатационно-энергетического и технико-экономического характера. По результатам испытаний получено повышение производительности по сравнению с серийными агрегатами осредненно на 23%, улучшение экологичности при использовании минеральных топлив – в 4,7-7,5 раз при полной бездымности отработавших газов, а при использовании альтернативных топлив обеспечивается 100% экологичность; масса газотурбинного трактора К-701 ТУРБО меньше серийного на 2 тонны. Лабораторными исследованиями СПбГАУ, ОАО «Спецмаш», научного центра «Керамические двигатели» им. Бойко А.М) и научно-технического центра «Стекло и Керамика», подтверждена возможность достижение высокотемпературными метало-керамическими газотурбинными двигателями КПД на уровне 58-60% (по сравнению с 29-32% агрегатов с поршневыми двигателями). Инновационными авторскими решениями в лабораторных условиях доказана возможность существенного снижения расхода топлива автотракторными газотурбинными двигателями при использовании минеральных топлив (вплоть до их полной замены). Кроме того, важнейшим преимуществом газотурбинных двигателей (ГТД) является их конструктивная простота: число деталей в конструкции ГТД осредненно в 80-90 раз меньше, чем у поршневых. Эксплуатационные затраты сокращаются в 2,5-3 раза, число моточасов работы до капитального ремонта в 24-,2,7 раза больше, чем у поршневых двигателей. Ремонтная база упрощается на 90%.

Перестроечные процессы 90-х годов притормозили возможность полной турбинизации серийного производства тракторов К-701 в связи с заменой поршневых двигателей на газотурбинные. Частично эти положения использованы на гусеничных транспортных машинах (Т-80 и др.).

Анализ перспектив радикального решения проблем, над которыми работают специалисты МАНЭБ, показывает, что имеется ряд нераскрытых потенциальных возможностей для улучшения ситуации с вопросами безопасности и экологии как научного, так и практического плана. Разбираясь в причинах не обнаружения их с целью использования, приходится утверждать, что, либо мы для решения проблем «жмем не на те педали», либо «жмем» с недостаточным усилием. Скорее всего в жизнедеятельности имеет место и то, и другое. Подтверждением последнему является «прохладное» (мягко говоря) отношение к использованию новаций владельцами производств (вопреки логике и интересам государства). Изложенное требует патриотического подхода к проблемам, что характерно для специалистов МАНЭБ. Очевидно решение наших задач нуждается в интенсификации работ не только в области научных решений проблем, но и в поиске путей для освоения «научной продукции» в производствах с пользой для всех и государства в целом. Сказанное подтверждается и интересом к рассматриваемым проблемам техносферной безопасности (в части риска [14] и экологичности [15]).

В качестве заключения отметим, что наработанный специалистами научно-практический капитал в области МАНЭБ очень востребован в интересах государства и должен использоваться. Представляет интерес еще одно из нетерпящих отложения обстоятельств: МАНЭБ – общественная организация и существует на организационных взносах ее участников. Спрашивается, много ли нынешние ученые МАНЭБ могут оторвать от семьи долю, мягко говоря, скромных зарплат профессуры (на уровне кондукторов автобусов, трамваев), чтобы оплачивать взносы в МАНЭБ? Вопрос риторический. Не пора ли государственным органам пересмотреть выделение средств иноагентам, работающим против нашей страны в ней, по существу, практически легально, в пользу отечественных общественных организаций, защищающих интересы страны своей деятельностью. Представляется, что продолжает действовать принцип «дти не плачет – мать не разумеет». Руководящим органам МАНЭБ и их представительством, равно как и членам ее, по всей видимости надо активизировать работу в этом направлении. Очевидно, пора иметь и свой «уголок» не в квартирах членов МАНЭБ, где бы можно было активизировать работу по полной номенклатуре в уставных положениях в пределах нормативно-правовой базы страны по связи с различными органами в части взаимных услуг друг другу на паритетных трудозатратных условиях в части оплаты работ. Изложенное позволило бы иметь средства на комплекс услуг по оснащению современным оборудованием в части обучения, повышения квалификации и оказании инновационных услуг производственникам с обоснованными социально-экономическими документами этой необходимости. Уверен, что в данном направлении к изложенному члены МАНЭБ выскажут свои пожелания, а, возможно, и пути их решения.

### Библиография

1. Конституция Российской Федерации (с изм. от 04.07.2020 г.). М.: Маркетинг, 2021, 39с.
2. Гражданский кодекс Российской Федерации (с изм. от 25.02.2022 г.)// СПС «Гарант»
3. Трудовой кодекс Российской Федерации (с изм. от 01.08.2023 г.). М.; АСТ, 2023. 304 с.
4. Уголовный кодекс Российской Федерации (с изм. от 25.03.2022 г.)// СПС «Гарант»
5. Кодекс об административных правонарушениях // «СПС Гарант»
6. ГОСТ Р 12.0.001-2013. Система стандартов безопасности труда. Основные положения. Москва. Стандартинформ 2015.

7. Шкрабак В.В. Стратегия и тактика динамичного снижения и ликвидации производственного травматизма в АПК. Монография. (Теория и практика) Санкт-Петербург, СПбГАУ, 2007 г. 280 с.
8. Шкрабак В.С. Библиографический указатель / сост.; Н.В. Кубрицкая, Н.С. Розанова ; Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. 4-е изд., перераб. и доп. СПб., 2022. 314 с.
9. Шкрабак Р.В. Производственный травматизм – мировая болезнь структур жизнедеятельности и инновационные пути его профилактики // Аграрный научный журнал. 2024. №11, с. 175-180.
10. Шкрабак В.С. Экологическая безопасность и пути решения её задач на примере А/В.с. Шкрабак, В.Е. Каюдин, Д.А. Суховский+9+ Вестник МАНЭБ, т.29,№3, 2024г., с.9-15. Санкт-Петербург.
11. ШкрабакР.В.Шкрабак В. С., Суховский Д. А. , Каюдин В.Е. Пути совершенствования составляющих техносферной безопасности./ Р.В.Шкрабак, В. С. Шкрабак, Д.А. Суховский , В.Е. Каюдин // Вестник МАНЭБ, т.29,№3, 2024г., с.33-38. Санкт-Петербург.
12. Сакович Н.Е. Анализ безопасности движения транспортных средств на дорогах Брянской области./ Н.Е. Сакович, Е.Н. Христофоров, А.С. Шилин// // Вестник МАНЭБ, т.29,№3, 2024г., с.33-38. Санкт-Петербург.
13. Малафеев О.А. Обеспечение надёжности и безопасности функционирования человеко-машинных систем АПК в условиях цифровизации жизнедеятельности/О.А. Малофеев ,Р.В.Шкрабак, Ю.Н. Брагинец и др. // Монография-СПб.: Проспект Науки, 2024г-260с
14. Vishnyak M. N.,Melbert A.A.,Mashnskaya E.A. Okkupational risk assessment method for food industru//IOP Conference Series: Earth and Environmental Skien and Technology Conference «EarthSciece». 2020. C.022038.
15. Shkrabak V.S., Zhgulev E.V., Gavrikova E.I, Shkrabak R.V. Microbiological Air Analysis of industrial premises and photocatalusis efficiency for its disinfection. Вcборнике bio wef of conferences. International Scientific-Pracnical Conference «Agriculture and Food Securitu: Thechnology, Jnnovation, Markets, Human Resources»(FIES 2019). EDP Sciences. 2020. C 00126.

## ЭКОЛОГИЯ

УДК 504.03

### К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ОСНОВЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ И КОМПЛЕКСНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

**Раковская Е.Г.**, кандидат химических наук, доцент; Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова

**Аннотация.** В статье показано использование для оценки качества воздуха Санкт-Петербурга дифференцированных показателей загрязнения, которые учитывают различные параметры атмосферного воздуха, и комплексных показателей, способных дать общую оценку качества воздуха в определенной местности.

**Ключевые слова:** качество атмосферного воздуха, предельно допустимая концентрация, индекс загрязнения атмосферы.

### TO THE QUESTION OF ASSESSING ATMOSPHERIC AIR QUALITY BASED ON DIFFERENTIATED AND COMPLEX INDICATORS

**Rakovskaya E.G.**

**Abstract.** The article demonstrates the use of differentiated pollution indicators, which take into account various parameters of atmospheric air, and complex indicators capable of providing a general assessment of air quality in a particular area, to assess the air quality of St. Petersburg.

**Keywords:** air quality, maximum permissible concentration, air pollution index.

Загрязнение атмосферного воздуха является одной из важнейших экологических проблем. Законодательство в области охраны окружающей среды определило ряд инструментов государственного регулирования негативного воздействия промышленных предприятий и других источников загрязнения на атмосферный воздух. Установлены нормы и пределы выбросов загрязняющих веществ для стационарных и передвижных источников, соблюдение которых обязательно [1].

Поэтому необходима систематическая, долгосрочная оценка присутствия загрязняющих веществ в воздухе. Непрерывные наблюдения за содержанием диоксида серы, оксида углерода, оксида азота, диоксида азота, озона в приземном слое воздуха в Санкт-Петербурге ведутся на станциях Автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха, принадлежащей Комитету по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности. Дискретные наблюдения за качеством атмосферного воздуха осуществляются на стационарных постах Государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды, принадлежащих ФГБУ «Северо-Западное УГМС».

В настоящее время основными характеристиками токсичности примесей в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями являются максимальные разовые, среднесуточные и среднегодовые предельно допустимые концентрации (ПДК). Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации утвержден и введен в действие

нормативный документ СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», которым для ряда загрязняющих веществ внесены изменения значений среднесуточных предельно допустимых концентраций и установлены среднегодовые допустимые концентрации. Данное постановление отменяет все ранее действующие документы об утверждении ПДК [2].

Согласно РД 52.04.667-2005 в качестве дифференцированных характеристик загрязненности атмосферного воздуха используются следующие показатели: средняя концентрация примеси (сравнивается со среднегодовой ПДК ( $\text{ПДК}_{\text{с.г.}}$ ) или со среднесуточной ПДК ( $\text{ПДК}_{\text{с.с.}}$ )); стандартный индекс (СИ) - наибольшая разовая концентрация любого вещества, деленная на ПДК максимальную разовую ( $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}$ ); наибольшая повторяемость превышения концентрациями  $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}$ , выраженная в процентах (НП, %).

Так, рассчитанная по результатам непрерывных и дискретных измерений средняя за 2024 год концентрация диоксида серы в целом по Санкт-Петербургу составила менее 0,1  $\text{ПДК}_{\text{с.с.}}$ , при этом максимальная концентрация составила 0,6  $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}$ , что соответствует СИ = 0,6. Средняя за год концентрация оксида углерода также была равна 0,1  $\text{ПДК}_{\text{с.с.}}$ , в то время как СИ = 1,6, что означает повышенное загрязнение атмосферы. Определение средней за год концентрации диоксида азота показало 0,8  $\text{ПДК}_{\text{с.г.}}$ , СИ = 1,2 (повышенное загрязнение атмосферы).

Как видно из рисунка 1, средняя за год концентрация бенз(а)пирена ( $q_{\text{сред.}}$ ) в 2024 году составила 0,2  $\text{ПДК}_{\text{с.г.}}$ , тогда как в 2023 году была немного меньше (0,1  $\text{ПДК}_{\text{с.г.}}$ ). Наибольшая из средних за месяц концентраций бенз(а)пирена ( $q_{\text{макс.}}$ ) была зафиксирована в феврале 2024 года и составила превышение  $\text{ПДК}_{\text{с.с.}}$  в 1,3 раза.

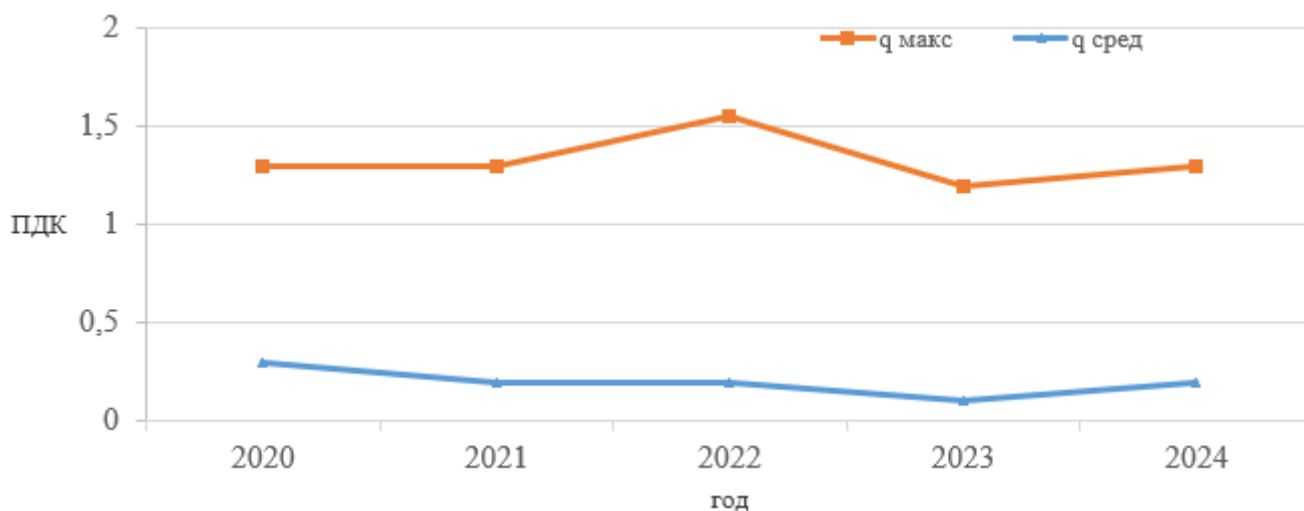


Рисунок 1. Изменение среднегодовых ( $q_{\text{сред.}}$ ) и максимальных за месяц ( $q_{\text{макс.}}$ ) концентраций бенз(а)пирена в г. Санкт-Петербурге за 2020-2024 годы

Средняя за 2024 год концентрация формальдегида по сравнению с 2023 годом снизилась и составила 0,7  $\text{ПДК}_{\text{с.г.}}$ . На рисунке 2 представлено изменение максимальных и средних за месяц концентраций формальдегида по городу Санкт-Петербургу на 2024 год.

Также для оценки качества атмосферного воздуха целесообразно использовать комплексные показатели, которые решают целый ряд задач. Это такие задачи управления качеством воздуха как оптимизация размещения транспортных потоков и режимов работы

предприятий, планирование размещение производственной, жилой и социально-культурной застройки, возможность заниматься определенными видами деятельности и др. [3].

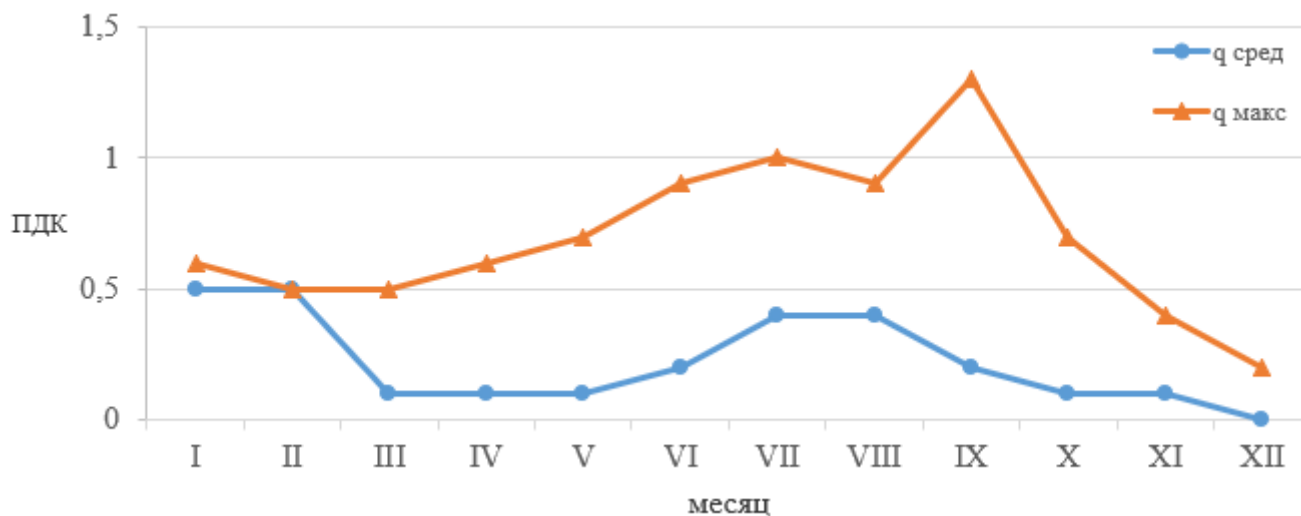


Рисунок 2. Изменение среднемесячных ( $q_{\text{сред.}}$ ) и максимальных ( $q_{\text{макс.}}$ ) концентраций формальдегида в г. Санкт-Петербурге за 2024 год

Для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха используется комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). Уровень загрязнения атмосферного воздуха Санкт-Петербурга в 2024 году квалифицировался как низкий в соответствии с существующими методами оценки с учетом введения ПДК, установленных СанПиН 1.2.3685-21. Основной вклад в загрязнение воздуха города вносили: взвешенные вещества, диоксид азота, озон, аммиак и формальдегид. По сравнению с 2023 годом значение ИЗА за 2024 год снизилось, и уровень загрязнения изменился с повышенного на низкий. На рисунке 3 отображена динамика изменения значений ИЗА за последние пять лет. Уровень загрязнения воздуха в 2020 г. и 2024 г. квалифицировался как низкий, с 2021 по 2023 годы как повышенный.

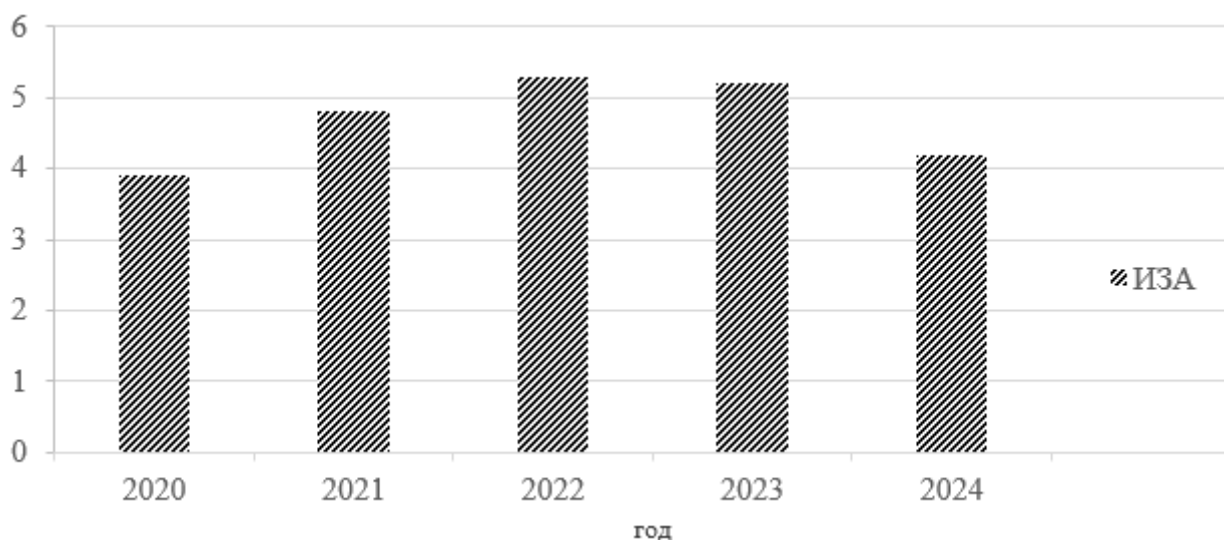


Рисунок 3. Изменение комплексного ИЗА г. Санкт-Петербурге за 2020-2024 годы

Таким образом, для объективной оценки качества воздуха необходимо применять как дифференцированные показатели, которые учитывают различные параметры атмосферного

воздуха в зависимости от социально-экономического назначения экосистем, так и комплексные, способные дать общую оценку качества воздуха в определенной местности.

### Библиография

1. Раковская Е. Г., Сильченко В.А., Перепелкин Н.В. Воздействие некоторых видов экономической деятельности на атмосферный воздух Санкт-Петербурга // Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии: Сборник статей XXVI Международной научно-практической конференции. – Пенза: ПГУ, 2024. – С. 394-397.
2. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2024 году / Под редакцией К.А. Соловейчика, И.А. Серебрицкого – СПб.: 2025. - 206.с.
3. Волкодаева М. В., Канчан Я.С. Использование комплексных (сводных) расчетов показателей воздействия выбросов загрязняющих веществ при управлении качеством атмосферного воздуха / Юг России: экология, развитие. – 2009. – Т. 4, № 1. – С. 6-13.

УДК 546

## СОРБЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ЖИРОВЫХ ЧАСТИЦ НА ПРИРОДНЫХ ВЕРМИКУЛИТАХ

**Апанасенко О.А.**, кандидат химических наук, доцент, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б; e-mail: [olgahimik@mail.ru](mailto:olgahimik@mail.ru)

**Аннотация.** Проведено исследование на возможность извлечения жировых частиц из модельных сточных вод на природных вермикулитах различных месторождений. Были использованы образцы вермикулитов Ковдоровского месторождения - образец 1, и Татарского месторождения – образец 2 и Кокшаровского месторождения – образец 3. По результатам процесса извлечения жировых загрязнителей в статических условиях установлено, что поглотительная активность природных вермикулитов с увеличением содержания жировых частиц в растворе возрастает. Наибольшей поглотительной активностью обладает образец 1 - вермикулит Ковдоровского месторождения, наименьшей поглотительной активностью обладает образца 3 – вермикулит Кокшаровского месторождения.

**Ключевые слова:** сорбция, поглотительная активность, природный вермикулит, сорбент, сточные воды, жировые частицы, структура

## SORPTION ABILITY OF FAT PARTICLES ON NATURAL VERMICULITES

**Apanasenko O.A.**

**Abstract.** A study was conducted to determine the feasibility of extracting fatty particles from model wastewater using natural vermiculite from various deposits. Vermiculite samples were from the Kovdorovskoye deposit (sample 1), the Tatarskoye deposit (sample 2), and the Koksharovskoye deposit (sample 3). Based on the results of extracting fatty contaminants under static conditions, it was found that the absorption activity of natural vermiculites increases with increasing fat particle content in the solution. Sample 1 (vermiculite from the Kovdorovskoye deposit) exhibited the highest absorption

activity, while sample 3 (vermiculite from the Koksharovskoye deposit) exhibited the lowest absorption activity.

**Keywords:** sorption, absorption activity, natural vermiculite, sorbent, wastewater, fat particles, structure

Каждый год миллионы тонн сточных вод от пищевых предприятий попадают в водоемы, почву и атмосферу, что вызывает серьезные последствия для окружающей среды и человека. Поэтому в современном мире наиболее остро стоит проблема загрязнения экосистемы пищевыми отходами. Кроме того, рост населения ведет к росту объемов производства продуктов питания, что влечет увеличение количества пищевых отходов. Пищевые стоки предприятий представляют собой жидкие отходы, которые образуются в процессе переработки сырья и производстве продуктов питания. Такие отходы содержат загрязнители органического происхождения, такие как - жиры, белки, масла, крахмал, кислоты и соли и другие органические соединения. В статье [1], мы изучили хроматографическим методом фильтрат фарша минтая, выявлено, что основная доля - это жировые составляющие.

Один из способов решения этой важной экологической проблемы – это очистка пищевых стоков, основанная на сорбционных процессах [2-6]. В качестве поглотителей широко используют природные сорбенты, они доступны, имеют низкую стоимость, эффективно удаляют широкий спектр токсичных веществ, в том числе органические соединения.

В настоящем исследовании изучена возможность извлечения жировых частиц из модельных сточных вод на природных вермикулитах различных месторождений. Вермикулит представляет собой природный минерал, относящийся к группе гидратированных алюмосиликатов (рисунок 1). Его широкое применение в роли сорбентов [7-10], обусловлено уникальными свойствами, такими как пористая структура, поглотительная способность, термическая и химическая устойчивость.

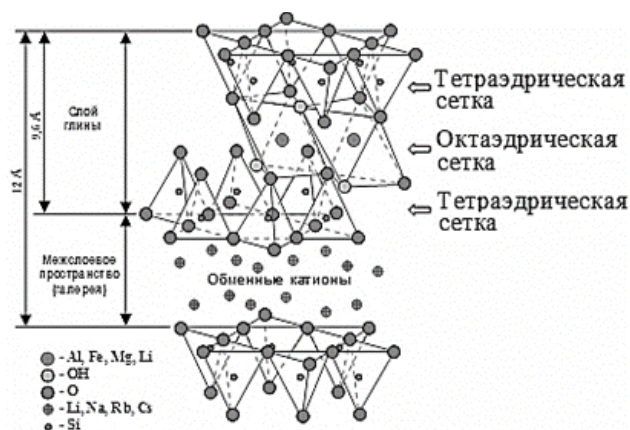


Рисунок 1. Структура природного вермикулита [8].

В роли объектов исследования были взяты образцы вермикулитов Ковдорского месторождения - образец 1, и Татарского месторождения – образец 2 и Кокшаровского месторождения – образец 3 и модельные водные стоки.

По данным ИК-спектроскопии, представленной на рисунке 2, анализируемые вермикулиты характеризуются основными полосами поглощения: на участке  $4000-2800\text{ см}^{-1}$  – наличие  $\text{OH}^-$  группы, которая связана с катионами восьмигранной структуры и присутствием



молекулы  $H_2O$ ; второй участок полосы  $1800-400\text{ см}^{-1}$  – это характеризует силикатные составляющие сорбентов.

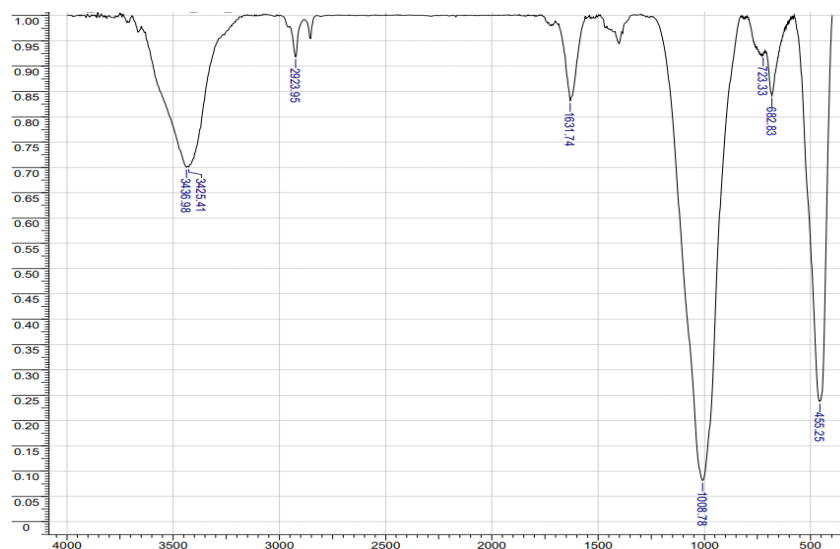


Рисунок 2. ИК-спектр природного вермикулита

Готовили серию модельных сточных вод с различной концентрацией жировых частиц по методике, описанной нами в работе [11]. Процесс извлечения жировых загрязнителей проводили в статических условиях, время перемешивания составило 1,5 часа, масса сорбента 0,5 г, объем раствора для адсорбции равен 50 мл.

Величину адсорбции образцов 1-3 по отношению к жировым частицам рассчитывали по формуле:

$$A = \frac{C_0 - C_p}{m} \cdot V$$

где  $C_0$  и  $C_p$  – исходная и равновесная концентрация альбумина в водной среде (мг/мл);

$V$  – объем раствора для процесса адсорбция (мл);

$m$  – масса сорбента вермикулита (г).

Результаты процесса извлечения жировых загрязнителей в статических условиях представлены в таблицах 1-3.

Таблица 1. Поглощительная активность образца 1

$C_0$ , мг/мл	$C_p$ , мг/мл	Адсорбция жировых частиц, $A$ (мг/г)	Степень очистки от жировых частиц, %
0,015	0,010	0,5	33,3
0,040	0,022	1,8	45,0
0,085	0,043	4,2	49,4
0,185	0,048	13,7	74,1
0,450	0,090	36,0	80,0

Таблица 2. Поглощительная активность образца 2

$C_0$ , мг/мл	$C_p$ , мг/мл	Адсорбция жировых частиц, $A$ (мг/г)	Степень очистки от жировых частиц, %
0,015	0,012	0,3	20,0
0,040	0,025	1,5	37,5
0,085	0,055	3,0	35,3
0,185	0,092	9,3	50,3
0,450	0,171	27,9	62,0

Таблица 3. Поглощительная активность образца 3

$C_0$ , мг/мл	$C_p$ , мг/мл	Адсорбция жировых частиц, $A$ (мг/г)	Степень очистки от жировых частиц, %
0,015	0,013	0,2	13,3
0,040	0,027	1,3	32,5
0,085	0,051	3,4	39,6
0,185	0,099	8,6	46,5
0,450	0,193	25,7	57,1

Анализируя полученные экспериментальные данные, видно, что поглощительная активность природных вермикулитов увеличивается с увеличением содержания жировых частиц в растворе. При этом наибольшей поглощительной активностью обладает образец 1 - вермикулит Ковдорского месторождения, при наибольшем содержании жира адсорбция составила 80%. Наименьшая поглощительная активность у образца 3 – вермикулита Кокшаровского месторождения, при большей концентрации жира, извлечение составило 57%. Данные природные вермикулиты могут быть рекомендованы для извлечения жировых частиц при очистке пищевых стоков на последней стадии.

### Библиография

1. Жамская Н.Н., Каткова С.А., Апанасенко О.А., Бянкина Л.С. Липидный состав промывных вод рыбоперерабатывающих предприятий и обрастателей ламинарии. Наука, техника и инновации: гипотезы, проблемы, результаты. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Новосибирск. 2021. С. 26-28.
2. Бришов С.Б., Козыбаев А.К., Алимкулова Ж.Д. Сорбционные методы очистки сточных вод пищевой отрасли // Интернаука. 2023. № 13-4(283). С. 9-11.
3. Жамская Н.Н., Талашкевич Е.А., Шапкин Н.П. Адсорбционные процессы в решении проблем очистки сточных вод пищевых производств. Инф. Листок № 80-96. Владивосток: ПримЦНТИ. 1996. 4 с.
4. Шапкин Н.П., Жамская Н.Н., Скобун А.С. Адсорбция белков и жиров из сточных вод пищевых предприятий на природных сорбентах // Известия Вузов. Пищевая технология. 2001. № 4. С. 36-38.
5. Бокиев Б. Р., Хужаев П. С., Шарипов Ш. К., Муродов П. Х. Сорбционный метод очистки производственных сточных вод // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. № 7. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sorbtsionnyy-metod-ochistki-proizvodstvennyh-stochnyh-vod> (дата обращения: 02.10.2025).
6. Жамская Н.Н., Машкова С.А. Природные и модифицированные сорбенты на основе цеолита и вермикулита // Монография. Владивосток: Дальрыбвтуз. 2009. 140 с.
7. Хальченко И.Г., Шапкин Н.П., Свистунова И.В., Токарь Э.А. Химическая модификация вермикулита и исследование его физико-химических свойств // Бутлеровские сообщения. 2015. Т. 41. № 1. С. 74-82.
8. Шапкин Н.П., Хальченко И.Г., Соколова Л.И., Шкуратов А.Л., Разов В.И. Гальченко Д.С., Смирнова М.Г., Каткова С.А., Апанасенко О.А. Получение композитов на основе модифицированного вермикулита и исследование их поверхности // Бутлеровские сообщения. 2019. Т. 58. № 6. С. 19-33.
9. Шапкин Н.П., Таскин А.В., Хальченко И.Г., Каткова С.А., Апанасенко О.А., Разов В.И. Исследование физико-химических характеристик сорбентов, полученных разными методами // Бутлеровские сообщения. 2021. Т. 68. № 11. С. 41-46.

10. Жамская Н.Н., Бянкина Л.С., Апанасенко О.А., Каткова С.А., Иванов Ю.В. Исследование адсорбционных свойств композитов на основе вермикулита по отношению к фенолу // Всероссийский научно-практический журнал «Вода: Химия и экология». №1-2. 2019. С.138-141.
11. Апанасенко О.А., Каткова С.А. Исследование процесса сорбции жиров на модифицированном вермикулите // В сборнике: Перспективы развития пищевой промышленности общественного питания: Техника, технологии и управление качеством. Материалы Национальной научно-технической конференции. Владивосток, 2023. С. 7-10.

УДК 504.06

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ ТЕРРИТОРИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ В ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАЙОНАХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

**Кича М.А.** кандидат технических наук, член-корреспондент, Международная академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: rulmaks@bk.ru

**Аннотация.** В статье приведены результаты маршрутных наблюдений, физико-химических, бактериологических, паразитологических, токсикологических и радиологических исследований почвы в центральных районах Санкт-Петербурга. Показано, что основным фактором экологического состояния почвы территорий строительства и реконструкции является химическое загрязнение 4-Бенз(а)пиреном и солями металлов (меди, цинка, свинца) на глубинах до 2,0 м. На больших глубинах грунт, как правило, экологически безопасен и может использоваться без ограничений. Полученные результаты могут быть использованы при планировании инженерно-экологических изысканий, предварительной оценке объемов грунтов, подлежащих вывозу на полигоны для утилизации, прогнозе возможных неблагоприятных воздействий на окружающую среду при производстве работ и эксплуатации объекта, разработке рекомендаций и предложений по предотвращению и снижению неблагоприятных последствий и предложений к программе экологического мониторинга.

**Ключевые слова:** почва, химическое загрязнение, утилизация грунта, экологическая безопасность строительства, экологические изыскания, программа экологического мониторинга

## **ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF SOILS IN CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION SITES IN THE CENTRAL DISTRICTS OF ST. PETERSBURG**

**Kicha M.A.**

**Abstract.** The article presents the results of route observations, physicochemical, bacteriological, parasitological, toxicological, and radiological studies of soil in the central districts of St. Petersburg. It is substantiated that the main factor in the ecological state of soil in construction and reconstruction areas is chemical contamination with 4-Benz(a)pyrene and metal salts (copper, zinc, lead) at depths of up to 2.0 m. At greater depths, the soil is generally environmentally safe and can be used without restrictions. The obtained results can be used in planning engineering and environmental surveys, preliminary assessment of soil volumes to be removed to landfills for disposal, forecasting possible adverse environmental impacts during work and facility operation, developing recommendations and

proposals for preventing and mitigating adverse consequences, and proposals for an environmental monitoring program.

**Keywords:** soil, chemical pollution, soil disposal, environmental safety of construction, environmental surveys, environmental monitoring program

Оценка экологического состояния почвы территорий строительства и реконструкции позволяет определить объемы грунта, подлежащего вывозу на полигоны для утилизации, а также сформулировать научно-обоснованные предварительные прогнозы возможных неблагоприятных воздействий на окружающую среду при производстве работ и эксплуатации объекта, рекомендации и предложения по предотвращению и снижению неблагоприятных последствий и предложения к программе экологического мониторинга [1-10].

Исследования загрязнения почв территории Санкт-Петербурга проводятся с 1991 года РГЭЦ ФГУП «Урангео» по заказу Администрации Санкт-Петербурга. На настоящий момент за счет различных источников финансирования, при основном вкладе Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Администрации Санкт-Петербурга выполнено обследование загрязнения тяжелыми металлами

почв по сети 200x200 м на площади около 830 км<sup>2</sup>, включающей основные жилые районы города и промышленные зоны и зоны перспективной застройки (рисунок 1) [11].

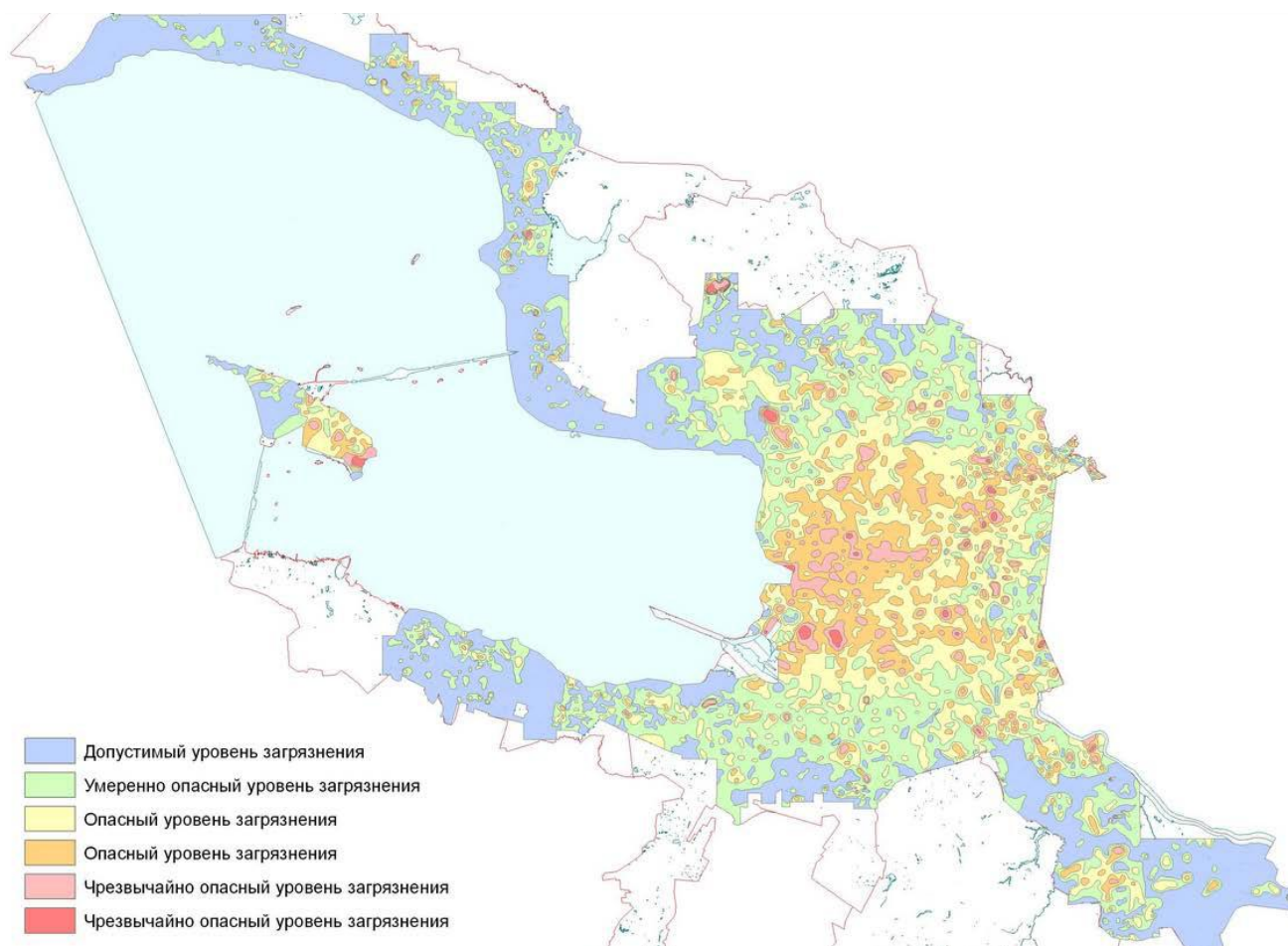


Рисунок 1 – Карта распределения суммарного индекса загрязнения почвогрунтов тяжелыми металлами в Санкт-Петербурге [6]

Целью настоящего исследования является оценка экологического состояния почвы территорий строительства и реконструкции в центральных районах Санкт-Петербурга на основе обобщения опыта инженерно-экологических изысканий при выполнении работ по реконструкции двух городских фонтанов в Центральном районе и одного в Петроградском районе Санкт-Петербурга реализованных в форме капитального ремонта в 2025 году [12-14].

Таблица 1 – Состав и объём фактических изысканий

Наименование работ	Количество проб / измерений	Глубина или место отбора/ измерений	Обоснование объемов и методов работ
1. Инженерно-экологическая рекогносцировка и рекогносцировочное почвенное обследование	Участок изысканий площадью от 11 до 22 м <sup>2</sup>		Маршрутные наблюдения на участке изысканий проводятся в соответствии с требованиями п. 4.1, 4.6-4.8 СП 11-102-97
2. Маршрутные наблюдения			
3. Отбор проб почвогрунта на химические, микробиологические, паразитологические, токсикологические показатели	1 пробная площадка	0,0-0,2 м, 0,2-1,0 м, 1,0-2,0 м, 2,0-3,0 м	В соответствии с СанПиН 2.1.3684-21 на стадии выбора земельного участка и разработки проектной документации обследование территории проводится по стандартной схеме по химическим, микробиологическим, паразитологическим показателям. Учитывая, площадь участка, в соответствии с п. 5 ГОСТ 17.4.3.01-2017 отбор поверхностных проб почв производится с одной пробной площадки. Отбор проб проводится послойно из 1 скважины. Глубина исследования зависит от существующего и перспективного использования территории.
4. Физико-химические исследования почвогрунта: 1) тяжёлые металлы: свинец, кадмий, цинк, медь, никель, ртуть и мышьяк; 2) 3,4-бенз(а)пирен; 3) нефтепродукты; 4) pH; 5) суммарный показатель Z <sub>C</sub>	4 пробы		
5. Бактериологические исследования почвы: 1) ОКБ, в. ч. <i>E. Coli</i> ; 2) энтерококки; 3) патогенные бактерии, в т. ч. <i>Salmonella</i>	1 проба		
6. Паразитологические исследования почвы: 1) яйца и личинки гельминтов; 2) цисты простейших	1 проба	0,0-0,2 м	В соответствии с п. 3.3 СП 2.1.7.1386-03 на каждые 20 га не менее одной пробной площадки. На территории участка проводится отбор одной объединённой пробы с учетом глубины освоения
7. Токсикологические исследования почвы: биотестирование с использованием <i>Chlorella Vulgaris Beijer</i> , <i>Daphnia Magna Straus</i>	1 проба	0,0-0,3 м	
8. Радиологическое обследование объекта: 1) поисковая гамма-съёмка территории; 2) измерение МАД гамма-излучения на территории участка	Территория участка изысканий	В соответствии с методиками проведения работ	В соответствии с п. 5.3 МУ 2.6.1.2398-08 измерения мощности дозы гамма-излучения на территории проводятся в пяти точках.

Материалы и методы. В соответствии с Градостроительным Кодексом России необходимость выполнения отдельных видов инженерных изысканий, состав, объём и метод их выполнения устанавливаются с учётом требований технических регламентов программой инженерных изысканий, разработанной на основе задания застройщика или заказчика, в зависимости от вида и назначения объектов капитального строительства, их конструктивных

особенностей, технической сложности и потенциальной опасности, стадии архитектурно-строительного проектирования, а также от сложности топографических, инженерно-геологических, экологических, гидрологических, метеорологических и климатических условий территории, на которой будет осуществляться строительство, реконструкция объектов капитального строительства, степени изученности указанных условий. Состав и объём фактических изысканий по каждому из трех объектов определялся программой изысканий и включал работы, приведенные в таблице 1.

Результаты и их обсуждение. При визуальном осмотре территорий свалок, полигонов твердых бытовых отходов (ТБО), шлако- и хвостохранилищ, отстойников, нефтехранилищ не обнаружено. Визуальных признаков загрязнения территорий (пятен мазута, химикатов, нефтепродуктов, мест хранения удобрений, несанкционированных свалок пищевых и бытовых отходов, источников резкого химического запаха, метанопроявлений и т. п.) не выявлено. Грунт на территориях изысканий, как правило, загрязнен обломками кирпичей и бетона и, следовательно, не является плодородным, требующего сохранения.

Результаты химического анализа почвы территорий приведены в таблице 2 (Значения, превышающие допустимый уровень, выделены жирным шрифтом). За фоновое, т. е. соответствующее «норме», принято содержание контролируемого химического элемента в зональных почвах вне сферы локального антропогенного воздействия. В качестве фоновых концентраций для тяжёлых металлов и мышьяка использовался фон для почв Санкт-Петербурга и Ленинградской области с использованием Пособия по вопросам изучения загрязненных земель и их санации [15]

Таблица 2 – Результаты химического анализа проб почвы

Номер пробы	Глубина отбора, м	Определяемый показатель, мг/кг									
		рН, ед	3,4-Бенз(а) пирен	Медь	Цинк	Свинец	Кадмий	Никель	Мышьяк	Ртуть	Нефте-продукты
ПДК/ОДК (супеси)		-	0,02	33	55	32	0,5	20	2	2,1	1000*
ПДК/ОДК (кисл. сугл.)		-		66	110	65	1,0	40	5		
ПДК/ОДК (нейтр. сугл.)		-		132	220	130	2,0	80	10		
Фоновое содержание [15]		-	-	18	43,1	19,1	0,17	15,3	2,62	0,03	-
1 (Невский)	0,0-0,2	7,2	<b>0,043</b>	32	<b>147</b>	<b>45</b>	0,21	6,3	1,3	0,31	183
1 (Каменноостровский)		7,5	<b>0,039</b>	31	54	30	0,15	4,9	1,4	0,29	223
1 (Чайковского)		7,2	<b>0,039</b>	21	50	26	0,15	4,2	1,8	0,36	77
2 (Невский)	0,2-1,0	7,6	<b>0,038</b>	<b>36</b>	<b>69</b>	<b>74</b>	0,17	6,1	1,8	0,56	146
2 (Каменноостровский)		7,8	<b>0,076</b>	<b>42</b>	<b>110</b>	<b>55</b>	0,12	6,2	<b>2,3</b>	0,48	180
2 (Чайковского)		7,6	<b>0,035</b>	22	53	31	0,13	8,5	1,5	0,44	71
2 (Невский)	1,0-2,0	7,4	<b>0,028</b>	28	45	30	0,12	5,5	1,6	0,44	113
3 (Каменноостровский)		7,6	<b>0,053</b>	26	<b>67</b>	<b>36</b>	<0,10	5,1	1,2	0,27	74
3 (Чайковского)		6,8	<b>0,022</b>	16	46	28	0,16	7,1	1,1	0,28	42
4 (Невский)	2,0-3,0	7,2	0,016	21	34	22	<0,10	4,8	1,4	0,26	79
4 (Каменноостровский)		7,4	0,018	15	40	19	<0,10	3,8	<1,0	0,13	38
4 (Чайковского)		6,4	0,015	9,2	31	20	0,12	5,0	<1,0	0,19	8,8

\* допустимый уровень в соответствии с письмом Минприроды России от 27.12.1993 № 04-25/61-5678 «О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами»

Оценка опасности загрязнения почв комплексом металлов для здоровья населения проводилась по показателю суммарно загрязнения ( $Z_C$ ), который рассчитывается по уравнению:

$$Z_C = \left( \sum_{i=1}^n K_{Ci} \right) - (n - 1),$$

где  $n$  – число определяемых компонентов;  $K_{Ci}$  – коэффициент концентрации  $i$ -го загрязняющего компонента, равный кратности превышения содержания данного компонента над фоновым значением.

На основании результатов расчетов рекомендации по использованию почв в соответствии с Приложением № 9 СанПиН 2.1.3684-21 (без учёта рекомендаций использования грунтов по физико-механическим свойствам):

- для грунтов до 2,0 м – ограниченное использование под отсыпки котлованов и выемок, с перекрытием слоем чистого грунта не менее 0,5 м либо использование без ограничений, исключая объекты повышенного риска;
- для грунтов от 2,0 м и глубже – использование без ограничений.

По результатам микробиологических и паразитологических исследований проб почвы, патогенная микрофлора не обнаружена, яйца и личинки гельминтов, цисты простейших не обнаружены. По микробиологическим показателям (обобщённые колиформные бактерии (ОКБ), в т. ч. *E. coli*, энтерококки, патогенные бактерии, в т. ч. *Salmonella*) и по паразитологическим показателям (яйца и личинки гельминтов, цисты простейших) почвы обследованных территорий, в соответствии с требованиями СанПиН 1.2.3685-21, относятся к категории «чистые».

В результате токсикологических исследований объединённых проб почвогрунта, отобранных с глубины 0,0-3,0 м, по действию на ракообразных *DaphniaMagnaStraus* (гибель дафний не наблюдалась), на водоросли *ChlorellaVulgarisBeijer* (отклонение оптической плотности водоросли от контроля находилось в нормативном интервале от минус 30 % до плюс 20 %), в соответствии с Приказом Минприроды России от 04.12.2014 г. № 536, почвы территорий строительства относятся к V классу опасности.

Результаты радиологического обследования:

- Невский пр., д. 32 – МАД от 0,12 до 0,14 мкЗв/ч (в среднем 0,13);
- Каменноостровский пр., д. 1-3 – МАД от 0,16 до 0,25 мкЗв/ч (в среднем 0,20);
- Чайковского ул., д. 2 – МАД от 0,18 до 0,21 мкЗв/ч (в среднем 0,19).

Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на прилегающих территориях не превышают 0,3 мкЗв/ч, что соответствует п. 5.1.6. СП 2.6.1.2612-10 и п. 4.2.2. СанПиН 2.6.1.2800-10. Результаты проведённых измерений соответствуют требованиям СП 2.6.1.2612-10 и СанПиН 2.6.1.2523-09. Использование территорий для строительства и реконструкции может осуществляться без ограничений по радиационному фактору.

На основании данных результатов выполняется прогноз возможных неблагоприятных воздействий на окружающую среду при производстве работ и эксплуатации объекта, разработаны рекомендации и предложения по предотвращению и снижению неблагоприятных последствий и предложения к программе экологического мониторинга [16-18].

## Выводы

Основным фактором экологического состояния почвы территорий строительства и реконструкции в центральных районах Санкт-Петербурга является химическое загрязнение

4-Бенз(а)пиреном и солями металлов (меди, цинка, свинца) на глубинах до 2,0 м. На больших глубинах грунт, как правило, экологически безопасен и может использоваться без ограничений.

Полученные результаты могут быть использованы при планировании инженерно-экологических изысканий площадок для строительства и реконструкции в Санкт-Петербурге, предварительной оценке объемов грунтов, подлежащих вывозу на полигоны для утилизации, прогнозе возможных неблагоприятных воздействий на окружающую среду при производстве работ и эксплуатации объекта, разработке рекомендаций и предложений по предотвращению и снижению неблагоприятных последствий и предложений к программе экологического мониторинга.

### Библиография

1. Вопросы реабилитации почв, загрязненных нефтепродуктами в условиях вечной мерзлоты / Р. Л. Кашеев, С. В. Саркисов, М. Ю. Зенкевич, Н. В. Лопатин // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2021. – № 1(13). – С. 193-200. – EDN SKLRAA.
2. Топоров, А. В. Методы статистического анализа для оценки однородности пространственно - распределенных данных и экологического районирования / А. В. Топоров, И.И. Пивоварова, С. В. Саркисов // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2019. – № S2(3). – С. 49-57. – EDN FTWCXX.
3. Дашкевич, А. С. Экологические проблемы нефтеперерабатывающих производств и направления повышения экологической безопасности / А. С. Дашкевич, Н. Г. Занько // Вестник МАНЭБ. – 2025. – Т. 30, № 2. – С. 13-15. – EDN НКХРТТ.
4. Техногенные и природные факторы, влияющие на здоровье и работоспособность горнорабочих / И. Д. Алборов, Ф. Г. Тедеева, О. Г. Бурдзиева [и др.] // Вестник МАНЭБ. – 2025. – Т. 30, № 2. – С. 46-54. – EDN НТВХРВ.
5. Кича М.А. Благоустройство скверов с фонтанами: проблемы комфорта и безопасности и пути их решения / М. А. Кича // Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 13–14 ноября 2025 года. – Екатеринбург: Уральский государственный архитектурно-художественный университет им. Н.С. Алфёрова, 2025. – С. 21.
6. Раковская, Е. Г. Повышение эффективности управления опасными отходами / Е. Г. Раковская // Вестник МАНЭБ. – 2025. – Т. 30, № 1. – С. 72-74. – EDN NLCEYV.
7. Каурова, З. Г. Оценка качества почвы некоторых районов Санкт-Петербурга и Ленинградской области / З. Г. Каурова, М. В. Умеренкова // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2021. – № 4. – С. 131-133. – DOI 10.52419/issn2072-6023.2021.4.131. – EDN NYJXXM.
8. Бажукова, А. М. Исследования распространения тяжёлых металлов в почвах зелёных насаждений в историческом центре города Санкт-Петербург / А. М. Бажукова // XIII Конгресс молодых ученых. Науки о жизни : Сборник тезисов, Санкт-Петербург, 08–11 апреля 2024 года. – Санкт-Петербург: Национальный исследовательский университет ИТМО, 2024. – С. 103-104. – EDN FOJAYI.
9. Кича, М. А. Основные факторы безопасности благоустройства скверов при реконструкции фонтанов в сложившейся городской среде / М. А. Кича // Вестник МАНЭБ. – 2025. – Т. 30, № 2. – С. 54-56. – EDN PBACMF.



10. Кича, М. А. Обоснование показателей экологичности изделий на этапе утилизации как развитие методологии обеспечения химической безопасности // Современные проблемы экологии: сб. докладов по материалам XXXIII всероссийской научно-практической конференции, Тула, 06 марта 2025 года. – Тула, 2025. – С. 33-35. – EDN ZVFSIC.
11. Карта распределения суммарного индекса загрязнения почвогрунтов тяжелыми металлами: [http://www.infoeco.ru/assets/images/environment/soil/g\\_soil\\_metall.jpg](http://www.infoeco.ru/assets/images/environment/soil/g_soil_metall.jpg) (дата обращения – 03.03.2025).
12. Казенкова, М.К. Технический отчет по результатам инженерно-экологических изысканий для подготовки проектной документации по объекту: «Капитальный ремонт фонтана по адресу: Российская Федерация, Санкт-Петербург, внутригородское муниципальное образование Санкт-Петербурга муниципальный округ Дворцовый округ, Невский проспект, дом 32-34, сооружение 1, литера А» 340/2/24-ИЭИ / М.К. Казенкова, С.И. Гордая, Л.И. Крюгер. – СПб: ООО «ЛиК», 2025. – 117 с.
13. Казенкова, М.К. Технический отчет по результатам инженерно-экологических изысканий для подготовки проектной документации по объекту: «Капитальный ремонт фонтана по адресу: Российская Федерация, Санкт-Петербург, Каменноостровский проспект, дом 1-3, литера А, сооружение 1» 340/1/24-ИЭИ / М.К. Казенкова, С.И. Гордая, Л.И. Крюгер. – СПб: ООО «ЛиК», 2025. – 113 с.
14. Казенкова, М.К. Технический отчет по результатам инженерно-экологических изысканий для подготовки проектной документации по объекту: «Капитальный ремонт фонтана по адресу: Российская Федерация, Санкт-Петербург, внутригородское муниципальное образование Санкт-Петербурга муниципальный округ Литейный округ, улица Чайковского, сооружение 1» 340/3/24-ИЭИ / М.К. Казенкова, С.И. Гордая, Л.И. Крюгер. – СПб: ООО «ЛиК», 2025. – 123 с.
15. Пособие по вопросам изучения загрязненных земель и их санации / Н.Д. Сорокин, Е.Б. Королева, Е.В. Лосева, Н.В. Осинцева. – СПб, 2012. – 119 с. ISBN 978-5-903759-21-7.
16. Казаков, Н. П. Методы экологической санации нарушенных новых территорий Российской Федерации / Н. П. Казаков, Р. Л. Кашеев // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2024. – № 3(31). – С. 200-208. – EDN OMPHEC.
17. Гетман, С. И. Комплексный подход к организации работы с патологическими биологическими агентами в очаге заражения // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2024. – № 3(31). – С. 224-230. – EDN XPWNYO.
18. Гетман, С. И. Необходимость включения в систему мониторинга окружающей среды уровня содержания патологических биологических агентов // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2024. – № 3(31). – С. 231-241. – EDN VDHAQU.

УДК 551.4.012.:631.16:631.95

## МЕТОДИКА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

**Джабборов Н.И.** - доктор технических наук, профессор, Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства - филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. e-mail: pozimjon-59@mail.ru;

**Шкрабак В.С.** - доктор технических наук, профессор, академик МАНЭБ, профессор кафедры «Безопасность технологических процессов и производств» Санкт – Петербургского государственного аграрного университета. E-mail: v.shkrabak@mail.ru;

**Шкрабак Р.В.** - кандидат технических наук, доцент, член-корреспондент МАНЭБ, доцент, зав. кафедрой «Безопасность технологических процессов и производств» Санкт – Петербургского государственного аграрного университета. E-mail: shkrabakrv@mail.ru

**Аннотация.** Технологии возделывания сельскохозяйственных культур направлены на получение высоких урожаев с высоким качеством. В настоящее время оценка технологий производится по экономическим, энергетическим, агротехническим, качественным и другим критериям. Анализ литературы показывает, что мало внимание уделяется комплексной оценке технологий возделывания сельскохозяйственных культур с учетом экономических, энергетических и экологических критериев. В этой связи разработка методики комплексной оценки технологий возделывания сельскохозяйственных культур с использованием экономических, энергетических и экологических критериев является актуальной задачей. Цель исследования - разработка методики эколого-экономической оценки эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Объектами исследования служили технологии возделывания сельскохозяйственных культур, опубликованные результаты исследований по оценке экономической и экологической оценки технологий производства продукции растениеводства. Предметом исследования являлось комплексная оценка эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур с учетом экономических, энергетических и экологических показателей. При проведении исследований применялись аналитические методы и обобщения результатов, полученные авторами настоящей статьи и другими учеными, посвященные проблеме оценки эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур в различных зонах земледелия. Для быстрого получения результата авторами разработана методика комплексной оценки, которая определяет порядок расчета показателей и критериев эффективности технологий. Методика состоит из алгоритма расчета показателей и критериев, также её блок-схемы. Алгоритм и её блок-схема в дальнейшем могут быть использованы для разработки компьютерной программы (Программы для ЭВМ).

**Ключевые слова:** технология возделывания, экологическая оценка, экономическая оценка, эколого-экономическая оценка, эффективность технологии.

## METHODOLOGY OF ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF CROP CULTIVATION TECHNOLOGIES

**Jabborov N.I., Shkrabak V.S., Shkrabak R.V.**

**Abstract.** Crop cultivation technologies are aimed at obtaining high yields with high quality. Currently, technology assessment is carried out according to economic, energy, agrotechnical, qualitative and other criteria. An analysis of the literature shows that little attention is paid to the comprehensive assessment of crop cultivation technologies, taking into account economic, energy and environmental criteria. In this regard, the development of a methodology for the comprehensive assessment of crop cultivation technologies using economic, energy and environmental criteria is an urgent task. The purpose of the study is to develop a methodology for the ecological and economic assessment of the effectiveness of crop cultivation technologies. The objects of the research were agricultural production technologies, published research results on the economic and environmental assessment of crop production technologies. The subject of the study was a comprehensive assessment of the effectiveness of agricultural production technology, taking into account economic, energy and environmental indicators. The study used analytical methods and generalizations of the results obtained by the authors of this article and other scientists involved in the problem of evaluating the effectiveness of agricultural production technologies in various fields of agriculture. To quickly obtain results, the authors have developed a comprehensive assessment methodology that defines the procedure for calculating indicators and criteria for the effectiveness of crop production technologies. The methodology consists of an algorithm for calculating indicators and criteria, as well as its flowcharts. This algorithm and its flowchart can later be used to develop a computer program.

**Keywords:** cultivation technology, environmental assessment, economic assessment, ecological and economic assessment, technology efficiency.

**Введение.** Проблема обеспечения экологической безопасности окружающей среды в настоящее время по своей значимости вышли на одно из первых мест среди глобальных вызовов при развитии общества. В июне 2022 года на Генеральной Ассамблее ООН, признало необходимость защищать окружающую среду, и принята к реализации декларация Организации Объединённых Наций по проблемам окружающей человека среды (Стокгольмская декларация), а также План действий по её защите. Отмечено, несмотря на принятые меры и достигнутые успехи, в настоящее время разворачивается тройной кризис: изменение климата, деградация экосистем и загрязнение окружающей среды. Он подчеркнул, чтобы не допустить развития негативного сценария, должно быть осуществлено к 2030 году сокращение вредных выбросов на 45 процентов, а к 2050 году необходимо добиться нулевого уровня, когда объем образующихся выбросов парниковых газов может быть поглощён естественным образом океанами и лесами.

В результате краткого анализа литературы были определены основные наиболее значимые показатели оценки экологической и экономической эффективности технологических процессов и технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

В литературе, в том числе в работах [1, 2] отмечено, что в процессе взаимодействия региона с природной средой возникают следующие виды связей:

- 1) социально-экономические — непосредственные связи в сфере общественного производства;
- 2) экологические — непосредственные связи в экологических системах;

3) экономикоэкологические природопользование и другие виды воздействия хозяйственной деятельности на окружающую природную среду;

4) эколого-экономические влияние окружающей природной среды на условия общественного производства;

5) социально-экологические — непосредственное воздействие населения на окружающую природную среду;

б) эколого-социальные воздействие окружающей природной среды на здоровье людей и условия жизнедеятельности человека.

Установлено, что экономический ущерб определяют по детализированным вариантам (отдельно для каждого предприятия и по основным загрязняющим компонентам) и укрупненно, с учётом влияния различных предприятий в сумме, по сферам воздействия (атмосфера, водный объект, почва). Общий ущерб, наносимый народному хозяйству, равен сумме ущербов, наносимых атмосферному воздуху, водному бассейну, земельным ресурсам, и акустической среде [3].

В методике, изложенной в работе [4] изложены порядок расчёта и оценки ущерба от загрязнения почв, расчёта и оценки ущерба лесным ресурсам; рыбным ресурсам, атмосферному воздуху и определения объемов выбросов парниковых газов.

Наиболее универсальным и доступным является оценка ущерба от загрязнения атмосферы за один год, которая определяется по соотношению [3, 5]:

$$Y_a = \gamma_a \cdot \sigma_a \cdot f \cdot M_a,$$

где  $Y_a$  — оценка ущерба (руб./год);  $\gamma_a$  — нормируемый показатель на условную тонну выбросов — 1000 руб./т согласно Постановлению Правительства РФ от 18 августа 2022 года № 1441 «О ставке платы за превышение квоты парниковых газов в рамках проведения эксперимента по ограничению выбросов парниковых газов на территории Сахалинской области»;  $\sigma_a$  — показатель относительной опасности загрязнения воздуха над различными территориями;  $f$  — поправка, учитывающая характер рассеивания примесей ЗВ в атмосфере, рассчитывается в зависимости от скорости оседания частиц, скорости ветра и высоты источника (трубы), принимается равной 10;  $M_a$  — приведённая масса годового выброса загрязнений (т/год).

Приведенные в работах [6, 7] методики позволяют определить и оценить размер экономического ущерба от загрязнения водной среды и эффективность осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды.

При экономической оценке эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур чаще всего на практике используются срок окупаемости капитальных вложений, рентабельности производства, урожайность сельскохозяйственных культур [8, 9, 10, 11, 12].

Уровень урожайности, которого можно достигнуть на рабочем участке без применения удобрений, но и без нарушения агротехники (базовая урожайность) определяется по сложившемуся уровню плодородия почв на основе комплекса агрохимических и почвенных показателей, а также с учетом обеспеченности посевов теплом и влагой [9].

Анализ экспериментальных данных рассчитываемых КПУ (коэффициент погодных условий) и КОУ (климатически обеспеченная урожайность) с фактически получаемой продуктивностью культур в зависимости от погодных условий как без внесения удобрений, так и на удобренном фоне ( $r = 0,78-0,97$ ) [9].

С увеличением дозы удобрений урожайность зерновых культур в среднем возрастает. Если построить график, то можно увидеть, что связь между этими показателями прямолинейная и ее можно выразить уравнением прямой линии [10, 13].

Урожай сельскохозяйственных культур возрастает [15] в прямой зависимости от увеличения доз удобрений до определенного уровня, наибольшая оплата единицы удобрения получаемой продукцией. В этом интервале доз урожайность от дополнительного внесения удобрений растет как с единицы площади, так и в расчете на единицу удобрения.

После достижения максимальной урожайности с единицы площади дальнейшее увеличение доз удобрений становится нецелесообразным. Повышение дозы удобрений экономически оправдано до того момента, пока стоимость прибавки урожая окупает издержки, связанные с применением дополнительного количества удобрений [15,16].

Экспериментально доказано, что применение высоких доз минеральных и органических удобрений, по сравнению с оптимальной дозой, приводит к снижению урожайности культур и качества сельскохозяйственной продукции [17-20]. Высокие дозы удобрений могут вызывать нарушение физиологических функций растений, задержку цветения и созревания культур, ткани становятся сочными и мягкими, более восприимчивы к грибковым болезням и доступны вредителям, удлиняется период вегетации, сроки сбора, задерживается пора цветения и т.д.

Анализ литературы показывает, что ещё не разработана методика комплексной оценки эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур с учетом экономических, энергетических и экологических требований.

Целью настоящей работы, является разработка методики эколого-экономической оценки эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

#### Материалы и методы

Объектами исследования служили технологии возделывания сельскохозяйственных культур, опубликованные результаты исследований по их экономической и экологической оценке.

Предметом исследования являлось комплексная оценка эффективности технологии возделывания сельскохозяйственных культур с учетом экономических, энергетических и экологических показателей.

В качестве материалов исследования были использованы опубликованные результаты НИР, затрагивающие вопросы оценки эффективности технологий по экономическим, экологическим и энергетическим показателям.

При проведении исследований применялись аналитические методы и обобщения результатов, полученные авторами настоящей статьи и другими учеными, посвященные проблеме оценки эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур в различных зонах земледелия.

#### Результаты и обсуждение

Современные методы обоснования эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур должны быть основаны с использованием системы экономических, энергетических и экологических критериев. С учетом этого, классические методы с учетом только экономических критериев, при нестабильности курса национальных валют, не всегда пригодны для всесторонней оценки эффективности технологий.

С учетом сказанного для быстрого получения результата нами разработана методика комплексной эколого-экономической оценки, которая определяет порядок расчета показателей и

критериев эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Методика состоит из алгоритма расчета показателей и критериев, также её блок-схемы. Алгоритм и ее блок-схема в дальнейшем могут быть использованы для разработки компьютерной программы (Программы для ЭВМ).

Исходные данные для расчёта подбираются индивидуально в каждом конкретном случае в зависимости от специфики и зональных требований к технологиям возделывания сельскохозяйственных культур, их разновидности, в соответствии с установленными законодательными нормами и отраслевыми стандартами.

#### Алгоритм определения эколого-экономической оценки эффективности технологии производства продукции растениеводства

1. Формирование технологической карты возделывания сельскохозяйственных культур. Технологические карты возделывания сельскохозяйственных культур должны содержать перечень технологических операций, технических средств, их количества, сроки выполнения работ и основные экономические и энергетические показатели, такие как эксплуатационные издержки, затраты труда, энергии на единицу площади и производимой продукции.

2. Определение затрат энергии на конкретный технологический процесс. Затраты энергии на технологический процесс  $E_i$  определяются по формуле [21]:

$$E_i = E_{\text{п}} + E_o + (E_{\text{ж}} + E_{\text{т}} + E_{\text{м}} + E_{\text{с}}) \cdot (W_{\text{ч}}^{\text{см}})^{-1}, \quad (1)$$

где  $E_{\text{п}}$  – прямые затраты энергии, выраженные расходом топлива, электроэнергии и тепла, МДж/га;  $E_o$  – затраты энергии на производство удобрений, ядохимикатов, семян, гербицидов, МДж/га;  $E_{\text{ж}}$  – энергетические затраты живого труда, МДж/ч;  $E_{\text{т}}, E_{\text{м}}, E_{\text{с}}$  – соответственно энергоёмкость машин, энергетических средств и сепок в единицу сменного времени, МДж/ч;  $W_{\text{ч}}^{\text{см}}$  – часовая производительность сельскохозяйственного агрегата в единицу сменного времени, га/ч.

Прямые затраты энергии  $E_{\text{п}}$  на технологический процесс определяется по формуле [21]:

$$E_{\text{п}} = H_{\text{т}}(\alpha_{\text{т}} + f_{\text{т}}) + H_{\text{э}}(k_{\text{э}} + f_{\text{э}}) + H_{\text{к}}(k_{\text{к}} + f_{\text{к}}), \quad (2)$$

где  $H_{\text{т}}, H_{\text{э}}, H_{\text{к}}$  – расход топлива (кг/га), электроэнергии (кВт · ч/га) и тепла (ккал/га);  $\alpha_{\text{т}}$  – теплосодержание топлива, МДж/га;  $k_{\text{к}}, k_{\text{э}}$  – коэффициент перевода 1 ккал в 1 МДж ( $k_{\text{к}} = 0,00419$ ) и 1 кВт · ч в 1 МДж ( $k_{\text{э}} = 3,6$ );  $f_{\text{т}}, f_{\text{э}}, f_{\text{к}}$  – коэффициенты, учитывающие дополнительные затраты энергии на производство топлива (МДж/кг), электроэнергии (МДж/кВт · ч) и тепла (МДж/ккал).

Чтобы получить затраты электрической энергии  $H_{\text{э}}$  на единицу площади, учитывают урожайность данной культуры  $H_{\text{у}}$  (т/га) [21]:

$$H_{\text{э}} = \Pi_{\text{э}} \cdot H_{\text{у}}, \quad (3)$$

где  $\Pi_{\text{э}}$  – затраты электрической энергии на переработку продукта, кВт · ч/т.

Аналогичным образом рассчитывают затраты тепловой энергии, отнесенные к единице площади [21]:

$$H_{\text{к}} = \Pi_{\text{к}} \cdot H_{\text{у}}, \quad (4)$$

где  $\Pi_{\text{к}}$  – затраты тепловой энергии на переработку продукта, ккал/т.

Перенос овеществленной энергии на конечный продукт определяется исходя из нормы внесения и срока действия вещества [21]:

$$E_o = (\alpha_o \cdot H_o) / T_o, \quad (5)$$

где  $\alpha_o$  – энергетический эквивалент (затраты энергии на производство единицы данного вида вещества), МДж/кг;  $H_o$  – норма внесения вещества на единицу площади, кг/га;  $T_o$  – срок действия вещества (минеральных удобрений, гербицидов, ядохимикатов – 1 год, органических удобрений – 3 года).

Энергозатраты живого труда  $E_{\text{ж}}$  можно определить по формуле [21]:

$$E_{\text{ж}} = n_{\text{ч}} \cdot \alpha_{\text{ж}} + n'_{\text{ч}} \cdot \alpha'_{\text{ж}}, \quad (6)$$

где  $n_{\text{ч}}$ ,  $n'_{\text{ч}}$  – число основных (трактористы, комбайнеры и т.д.) и вспомогательных (сеяльщики, грузчики и т.д.) рабочих, чел.;  $\alpha_{\text{ж}}$ ,  $\alpha'_{\text{ж}}$  – соответствующие энергетические эквиваленты затрат живого труда, МДж/ч.

Средства механизации, относящиеся к основным средствам производства, переносят на создаваемый продукт энергию, затраченную на их производство, не полностью, а лишь частично.

Энергоемкость, приходящаяся на 1 ч работы силовой машины, определяется из равенства [21]:

$$E_{\text{т}} = (\mathcal{E}_{\text{т}} + \mathcal{E}_{\text{тк}} + \mathcal{E}_{\text{то}} + \mathcal{E}_{\text{тт}}) \cdot (T_{\text{с}})^{-1}, \quad (7)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{т}}$  – общая энергоемкость силовой машины, МДж;  $\mathcal{E}_{\text{тк}}$ ,  $\mathcal{E}_{\text{тт}}$ ,  $\mathcal{E}_{\text{то}}$  – затраты энергии на проведение капитального и текущего ремонтов технического обслуживания, МДж;  $T_{\text{с}}$  – срок службы силовой машины, ч.

Величину  $E_{\text{т}}$  ориентировочно можно определить по формуле [21]:

$$E_{\text{т}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{т}}}{100} \left( \frac{a_{\text{т}}}{T_{\text{нт}}} + \frac{a_{\text{тк}} + a_{\text{тт}}}{T_{\text{зт}}} \right), \quad (8)$$

или

$$E_{\text{т}} = \frac{M_{\text{т}} \alpha_{\text{тр}}}{100} \left( \frac{a_{\text{т}}}{T_{\text{нт}}} + \frac{a_{\text{тк}} + a_{\text{тт}}}{T_{\text{зт}}} \right), \quad (9)$$

где  $a_{\text{т}}$ ,  $a_{\text{тк}}$ ,  $a_{\text{тт}}$  – отчисления на реновацию, капитальный и текущий ремонты трактора, %;  $T_{\text{нт}}$ ,  $T_{\text{зт}}$  – нормативная и зональная годовая загрузка трактора, ч.

Аналогичным образом определяется энергоемкость машин и сцепок:

$$\mathcal{E}_{\text{м}} = \alpha_{\text{м}} M_{\text{м}}, \quad (10)$$

$$\mathcal{E}_{\text{с}} = \alpha_{\text{с}} M_{\text{с}}, \quad (11)$$

где  $\alpha_{\text{м}}$ ,  $\alpha_{\text{с}}$  – энергетические эквиваленты машины и сцепки, МДж/кг;  $M_{\text{м}}$ ,  $M_{\text{с}}$  – масса машины и сцепки, кг.

Удельная энергоемкость машины и сцепки, приходящая на 1 ч работы агрегата устанавливается из выражений [21]:

$$\left. \begin{aligned} E_{\text{м}} &= \frac{\mathfrak{A}_{\text{м}}}{100} \left( \frac{a_{\text{м}}}{T_{\text{нм}}} + \frac{a_{\text{мт}}}{T_{\text{зт}}} \right); \\ E_{\text{с}} &= \frac{\mathfrak{A}_{\text{с}}}{100} \left( \frac{a_{\text{с}}}{T_{\text{нс}}} + \frac{a_{\text{ст}}}{T_{\text{зс}}} \right), \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

где  $a_{\text{м}}, a_{\text{с}}$  – отчисления на реновацию машины и сцепки, %;  $a_{\text{мт}}, a_{\text{ст}}$  – отчисления на текущий ремонт машины, сцепки, %;  $T_{\text{нм}}, T_{\text{нс}}, T_{\text{зм}}, T_{\text{зс}}$  – нормативная и зональная годовая загрузка машины, сцепки, ч.

3. Определение полных энергетических затрат на получение продукции. Полные затраты энергии на технологию возделывания сельскохозяйственных культур (то есть на получение продукции) можно определить из выражения [21]:

$$E = \sum_{i=1}^n E_i, \quad (13)$$

где  $E_i$  – затраты энергии на конкретный технологический процесс, МДж;  $n$  – количество технологических процессов в технологии.

4. Определение расхода денежных средств на получение продукции. Расход денежных средств в рублёвом эквиваленте по шкале теплотворности дизельного топлива и его стоимости на технологию производства продукции (руб./га) можно определить из выражения:

$$З_{\text{тех}} = E \cdot \alpha^{\text{Р}}, \quad (14)$$

где  $E$  – полные затраты энергии на технологию возделывания сельскохозяйственных культур (то есть на получение продукции с 1 га), МДж/га;  $\alpha^{\text{Р}}$  – показатель (или мера) энергоёмкости национальной валюты (рубля).

Меру энергоёмкости  $\alpha^{\text{Р}}$  рубля (руб./МДж) можно определить по формуле:

$$\alpha^{\text{Р}} = \Pi_{\text{дт}} / \alpha_{\text{т}}, \quad (15)$$

где  $\Pi_{\text{дт}}$  – стоимость 1 кг дизельного топлива, руб./кг;  $\alpha_{\text{т}}$  – теплосодержание дизельного топлива, МДж/кг.

5. Определение коэффициента, учитывающего влияние погодных условий на урожайность сельскохозяйственных культур. Коэффициент, учитывающий влияние погодных условий (температуры)  $k_{\text{пу}}$  определяется из соотношения:

$$k_{\text{пу}} = T_{\text{ф}}^{\text{ср}} / T_{\text{опт}}^{\text{ср}}, \quad (16)$$

где  $T_{\text{ф}}^{\text{ср}}$  – фактическое среднее значение температуры окружающей среды в вегетационный период, °C;  $T_{\text{опт}}^{\text{ср}}$  – оптимальное среднее значение температуры окружающей среды в вегетационный период, °C.

6. Определение коэффициента использования питательных веществ. Коэффициент использования питательных веществ (удобрений и т.д.)  $k_{\text{пв}}$  можно определить из формулы:



$$k_{\text{пв}} = M_{\text{пв}}^{\text{исп}} / M_{\text{пв}}^{\phi}, \quad (17)$$

где  $M_{\text{пв}}^{\text{исп}}$  — израсходованное количество питательных веществ в формировании урожая (вынос растениями), кг;  $M_{\text{пв}}^{\phi}$  — фактическое количество содержание питательных элементов во внесенной норме удобрений, кг.

7. Определение коэффициента использования сортов или гибридов. Коэффициент использования сортов или гибридов  $k_{\text{гс}}$  определяется по формуле:

$$k_{\text{гс}} = y_{\text{гс}}^{\text{исп}} / y_{\text{гс}}^{\text{опт}}, \quad (18)$$

где  $y_{\text{гс}}^{\text{исп}}$  — потенциальная урожайность использованного сорта (или гибрида) в данной зоне возделывания сельскохозяйственной культуры, ц/га;  $y_{\text{гс}}^{\text{опт}}$  — потенциальная урожайность районированного оптимального (наилучшего) сорта (или гибрида) в данной зоне возделывания сельскохозяйственной культуры, ц/га.

8. Определение коэффициента, учитывающего влагообеспеченность. Коэффициент  $k_w$ , учитывающий влагообеспеченность определяется из отношения:

$$k_w = \text{ГТК}^{\phi} / \text{ГТК}^{\text{опт}}, \quad (19)$$

где  $\text{ГТК}^{\phi}$  — фактическое значение гидротермического коэффициента в конкретной зоне возделывания сельскохозяйственной культуры;  $\text{ГТК}^{\text{опт}}$  — оптимальное значение гидротермического коэффициента в конкретной зоне возделывания сельскохозяйственной культуры.

Гидротермический коэффициент (ГТК) определяется отношением суммы осадков в миллиметрах за период со среднесуточными температурами воздуха выше 10°C к сумме температур за это же время, уменьшенной в 10 раз. Чем ниже  $\text{ГТК}^1$ , тем засушливее местность. Если ГТК территории >1,6 — условия влажные, 1,6-1,3 — оптимальные, 1,3-1,0 — слабо засушливые, 1,0-0,7 — засушливые, 0,7-0,4 — очень засушливые, 0,4-0,2 — сухие<sup>1</sup>.

9. Определение коэффициента, учитывающего влияние агротехнических мероприятий на урожайность сельскохозяйственных культур. Коэффициент  $k_{\text{агр.м}}$ , учитывающий влияние агротехнических мероприятий определяется по формуле:

$$k_{\text{агр.м}} = \text{КАМ}_i^{\phi} / \text{КАМ}_i^{\text{опт}}, \quad (20)$$

где  $\text{КАМ}_i^{\phi}$  — фактическое значение коэффициента агротехнических мероприятий, отражающее сроки и качество выполнения i-й технологической операции;  $\text{КАМ}_i^{\text{опт}}$  — оптимальное значение коэффициента агротехнических мероприятий, отражающее сроки и качество выполнения i-й технологической операции. Оптимальное значение коэффициента агротехнических мероприятий при своевременном и качественном выполнении производственных процессов в технологии  $\text{КАМ}_i^{\text{опт}} = 1$ .

<sup>1</sup> Почвенная влага и минеральное питание растений: <https://dzen.ru/a/ZxqkpS9-vCI2yleD> (дата обращения 12.05.2025).

10. Определение обобщенного коэффициента, учитывающего комплексное влияние лимитирующих факторов: удобрения, температуры, сорта или гибрида, влагообеспеченность, агротехнических мероприятий на урожайность сельскохозяйственных культур. Обобщенный коэффициент  $\lambda_{лф}^{об}$  можно вычислить по формуле:

$$k_{лф}^{об} = k_{пу} \cdot k_{пв} \cdot k_{гс} \cdot k_W \cdot k_{агр.м}. \quad (21)$$

11. Определение уровня обеспеченности почвы основными элементами питания. Уровень обеспеченности почвы основными элементами питания определяется из выражения:

$$\lambda_{пв} = M_{пв}^{факт} / M_{пв}^{опт}, \quad (22)$$

где  $M_{пв}^{факт}$  — фактическая норма внесения питательных элементов (удобрений) в почву, кг/га;  $M_{пв}^{опт}$  — оптимальное значение нормы внесения питательных элементов (удобрений) в почву для конкретной культуры и зоны её возделывания, кг/га.

12. Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур при недостаточном или оптимальном уровне обеспеченности почвы питательными элементами. Прогнозируемая урожайность сельскохозяйственных культур для конкретной зоны их возделывания при  $\lambda_{пв} \leq 1$  можно вычислить из выражения [22]:

$$Y = C_{п} \cdot M_{пв} \cdot k_{лф}^{об} \cdot [a \cdot \lambda_{пв} + b \cdot (\lambda_{пв})^2], \quad (23)$$

или

$$Y = C_{п} \cdot M_{пв} \cdot k_{пу} \cdot k_{пв} \cdot k_{гс} \cdot k_W \cdot k_{агр.м} \cdot [a \cdot \lambda_{пв} + b \cdot (\lambda_{пв})^2], \quad (24)$$

где  $C_{п}$  — коэффициент перевода кг в центнеры,  $C_{п} = 10^{-2}$ ;  $a$  — постоянная величина; при  $\lambda_{пв} = 0$   $a = 0$ ;  $b$  — угловой коэффициент; Угловой коэффициент  $b$  определяется так:

$$b = Y_{п} / \lambda_{пв}^{опт}, \quad (25)$$

где  $Y_{п}$  — потенциальная урожайность данного сорта (или гибрида) в конкретной зоне его возделывания, ц/га;  $\lambda_{пв}^{опт}$  — оптимальное значение уровня обеспечения почвы питательными веществами (удобрений и т.д.),  $\lambda_{пв}^{опт} = 1$ .

13. Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур при высоком или повышенном уровне обеспеченности всеми элементами питания. В случае высокого или повышенного уровня обеспеченности всеми элементами питания, когда  $\lambda_{пв} > 1$ , величину урожайности можно прогнозировать по формуле [22]:

$$Y = C_{п} \cdot M_{пв} \cdot k_{лф}^{об} \cdot b \cdot (\lambda_{пв})^{-2}, \quad (26)$$

или

$$Y = C_{п} \cdot M_{пв} \cdot k_{пу} \cdot k_{пв} \cdot k_{гс} \cdot k_W \cdot k_{агр.м} \cdot b \cdot (\lambda_{пв})^{-2}. \quad (27)$$

## 14. Определение энергосодержание продукции с единицы площади.

Энергосодержание полученной продукции П определяется по формуле:

$$П = \alpha_{\text{п}} N_y, \quad (28)$$

где  $\alpha_{\text{п}}$  – энергосодержание полученной продукции, МДж/центнер;  $N_y$  – урожайность полученной продукции, ц/га.

15. Определение стоимости полученной продукции с единицы площади в денежном выражении. Стоимость продукции в рублёвом эквиваленте по шкале теплотворности дизельного топлива и его стоимости с единицы площади (руб./га) определяется по формуле:

$$C_{\text{пр}} = П \cdot \alpha^{\text{Р}}, \quad (29)$$

где П – энергосодержание полученной продукции (28), МДж/га;  $\alpha^{\text{Р}}$  – показатель (мера) энергоемкости (15) национальной валюты.

16. Определение приведённой массы годового выброса парниковых газов (или климатически активных веществ) в атмосферу. Приведённая масса годового выброса парниковых газов (или климатически активных веществ – КАВ)  $M_{\text{CO}_2}$  определяется экспериментальным путем (или прогнозируется по математической модели). От уровня применяемых технологий возделывания сельскохозяйственных культур количество выбросов парниковых газов можно прогнозировать по формуле [23]:

$$Q_{\text{ПГ}}^{\text{с/х.уг}} = F \cdot K_B^{\text{ПГ}} \cdot K_f \cdot q, \quad (30)$$

где  $F$  – площадь сельскохозяйственных угодий, га;  $K_B^{\text{ПГ}}$  – коэффициент выделения парниковых газов, зависящий от интенсивности технологий возделывания сельскохозяйственных культур;  $K_f$  – коэффициент использования площади под конкретной технологией возделывания сельскохозяйственных культур;  $q$  – среднее значение количества выбросов парниковых газов в конкретных зональных условиях на землях без обработки почвы (условно нулевой уровень), кг/га.

Коэффициент выделения парниковых газов  $K_B^{\text{ПГ}}$  в зависимости от степени интенсивности  $\lambda_T^y$  технологий производства сельскохозяйственных культур может быть выражен математической моделью [23]:

$$K_B^{\text{ПГ}} = -a \cdot (\lambda_T^y)^2 - b \cdot \lambda_T^y - c. \quad (31)$$

где  $a, b, c$  – постоянная величина и угловые коэффициенты;  $a = K_{\text{в.мах}}^{\text{ПГ}} + \frac{K_{\text{в.мах}}^{\text{ПГ}} - K_{\text{в.мин}}^{\text{ПГ}}}{1 - \lambda_{\text{Т.ИТ}}^y}$  – постоянная величина, зависящая от коэффициента выделения парниковых газов и степени интенсивности технологий;  $K_{\text{в.мин}}^{\text{ПГ}}$  – коэффициент выделения парниковых газов, соответствующий экстенсивным технологиям;  $K_{\text{в.мах}}^{\text{ПГ}}$  – коэффициент выделения парниковых газов, соответствующий интенсивным технологиям;  $\lambda_{\text{Т.ИТ}}^y$  – степень интенсивности интенсивных технологий;  $b = -\frac{K_{\text{в.мах}}^{\text{ПГ}} - K_{\text{в.мин}}^{\text{ПГ}}}{\lambda_{\text{Т.ИТ}}^y (K - 1)}$  – угловой коэффициент, зависящий от коэффициента выделения парниковых газов и степени интенсивности технологий;  $K = 1/\lambda_{\text{Т.ИТ}}^y$  – коэффициент;  $c = \lambda_T^y$  соответствующий  $K_{\text{в.мах}}^{\text{ПГ}}$   $\lambda_T^y$  – степень интенсивности технологий производства сельскохозяйственных культур.

17. Определение приведённой массы годового выноса биогенных элементов с сельскохозяйственных угодий. Приведённая масса выноса биогенных элементов с 1 га сельскохозяйственных угодий определяется из выражения [24]:

$$A_{NP}^l = Q_{\Pi} \cdot \psi_{NP}, \quad \text{кг} \quad (32)$$

$Q_{\Pi}$  – величина потери воды на сброс, м<sup>3</sup>;  $\psi_{NP}$  – содержание (концентрация) азота и фосфора в стоке<sup>2</sup>, кг/м<sup>3</sup>.

18. Определение приведенной массы потерянного урожая вследствие снижения плодородия почвы (переуплотнения и т.д.). Приведённая масса потерянного урожая вследствие снижения плодородия почвы (переуплотнения и т.д.) определяется из выражения:

$$M_{\Pi y} = C_{\Pi} \cdot Y_{\Pi} \cdot K_{\Pi}, \quad (33)$$

где  $Y_{\Pi}$  – прогнозируемая урожайность сельскохозяйственной культуры, ц/га;  $C_{\Pi}$  – коэффициент перевода кг в центнеры,  $C_{\Pi} = 10^{-2}$ ;  $K_{\Pi}$  – коэффициент, учитывающий потери урожая от переуплотнения и снижения плодородия почвы,  $K_{\Pi} = 0,3$ .

19. Определение размера экологического ущерба в денежном выражении. Размер экологического ущерба в денежном выражении можно определить по формуле:

$$Y_{\text{э}} = [\gamma_a \cdot \sigma_a \cdot f \cdot (M_{\text{CO}_2} + M_{NP})] + (M_{\Pi y} \cdot \Pi_{\Pi y}), \quad \text{руб.} \quad (34)$$

где  $\gamma_a$  – нормируемый показатель на условную тонну выбросов – 1000 руб./т; согласно Постановлению Правительства РФ от 18 августа 2022 года № 1441 «О ставке платы за превышение квоты парниковых газов в рамках проведения эксперимента по ограничению выбросов парниковых газов на территории Сахалинской области»;  $\sigma_a$  – показатель относительной опасности загрязнения воздуха над различными территориями (табл. 1);  $f$  – поправка, учитывающая характер рассеивания примесей ЗВ в атмосфере, рассчитывается в зависимости от скорости оседания частиц, скорости ветра и высоты источника, принимается равной 10;  $M_{\text{CO}_2}$  – приведённая масса годового выброса парниковых газов (или климатически активных веществ) в атмосферу (т);  $M_{NP}$  – приведённая масса годового выноса биогенных элементов с сельскохозяйственных угодий (т);  $M_{\Pi y}$  – приведенная масса потерянного урожая вследствие снижения плодородия почвы (переуплотнения и т.д.) (т);  $\Pi_{\Pi y}$  – стоимость 1 т производимой продукции, руб./т.

20. Определения размера экологического ущерба в энергетическом эквиваленте. Размер экологического ущерба в энергетическом эквиваленте определяется по формуле:

$$Y_{\text{э}}^{\text{ЭН}} = \alpha^{\text{Р}} \cdot \{[\gamma_a \cdot \sigma_a \cdot f \cdot (M_{\text{CO}_2} + M_{NP})] + (M_{\Pi y} \cdot \Pi_{\Pi y})\}, \quad \text{МДж} \quad (35)$$

где  $\alpha^{\text{Р}}$  – показатель (мера) энергоемкости национальной валюты (рубля);

<sup>2</sup> Нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: <https://base.garant.ru/71586774/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/#friends> (06 октября 2023 г. В 9 ч 51 мин).

Таблица 1

Значения показателя относительной опасности над различными территориями [5]

Территория	$\sigma_a$
Курорты, санатории, заповедники	10
Зоны пригорода	8
Населённые пункты (город, село) (п, чел./га)	$0,1 \cdot n$
Зона промышленных предприятий	4
Леса	0,1
Сельскохозяйственные угодья (пашня)	0,2
Сады, виноградники	0,5
Пастбища, сенокосы	0,05

21. Определение коэффициента эколого-экономической эффективности производства сельскохозяйственной продукции по затратам энергии. Коэффициент эколого-экономической эффективности производства сельскохозяйственной продукции по затратам энергии можно определить по формуле:

$$K_{\varepsilon} = \Pi / (E + y_a^{\varepsilon}), \quad (36)$$

где  $\Pi$  - энергосодержание полученной продукции (выход энергии), МДж/га;  $E$  - полные затраты энергии на получение продукции, МДж/га;  $y_a^{\varepsilon}$  - экологический ущерб от загрязнения атмосферы за один год в энергетическом эквиваленте, МДж/га в год.

22. Определение коэффициента эколого-экономической эффективности производства сельскохозяйственной продукции по затратам денежных средств. Коэффициент эколого-экономической эффективности производства продукции в растениеводстве по затратам денежных средств определяется по формуле:

$$K_{\varepsilon}^{\text{эф}} = C_{\Pi} / (Z_{\text{тех}} + y_a), \quad (37)$$

$C_{\Pi}$  - стоимость продукции, полученной с 1 га площади, руб./га;  $Z_{\text{тех}}$  - затраты денежных средств на 1 га площади, руб./га;  $y_a$  - размер экологического ущерба, руб./га.

23. Определение срока окупаемости энергетических затрат на технологию производства продукции с учётом экологического ущерба. Срок окупаемости энергетических затрат на технологию производства продукции можно рассчитать по формуле:

$$T_o = (E + y_a^{\varepsilon}) / \Pi_{\text{или}} \quad T_o = 1 / K_{\varepsilon}. \quad (38)$$

24. Определение срока окупаемости затрат денежных средств на технологию производства продукции с учётом экологического ущерба. Срок окупаемости затрат денежных

средств на технологию производства продукции с учётом экологического ущерба определяется из равенства:

$$T_o = (Z_{\text{тех}} + Y_a) / C_{\text{п}} \quad \text{или} \quad T = 1 / K_{\text{эк}}^{\text{эф}}. \quad (39)$$

25. Определение рентабельности производства продукции. Рентабельность производства (в %) продукции по затратам энергии можно вычислить из выражения:

$$R = (1 / T_o) \cdot 100, \quad (40)$$

$T_o$  – срок окупаемости вложенных в технологию энергетических затрат.

26. Сопоставление показателей эколого-экономической оценки эффективности технологии производства продукции. Производится сравнительный анализ рентабельности и коэффициента эколого-экономической эффективности технологии производства сельскохозяйственной продукции.

Пример сравнения перечисленных критериев и нахождения компромиссного решения приведен на рисунке 4.

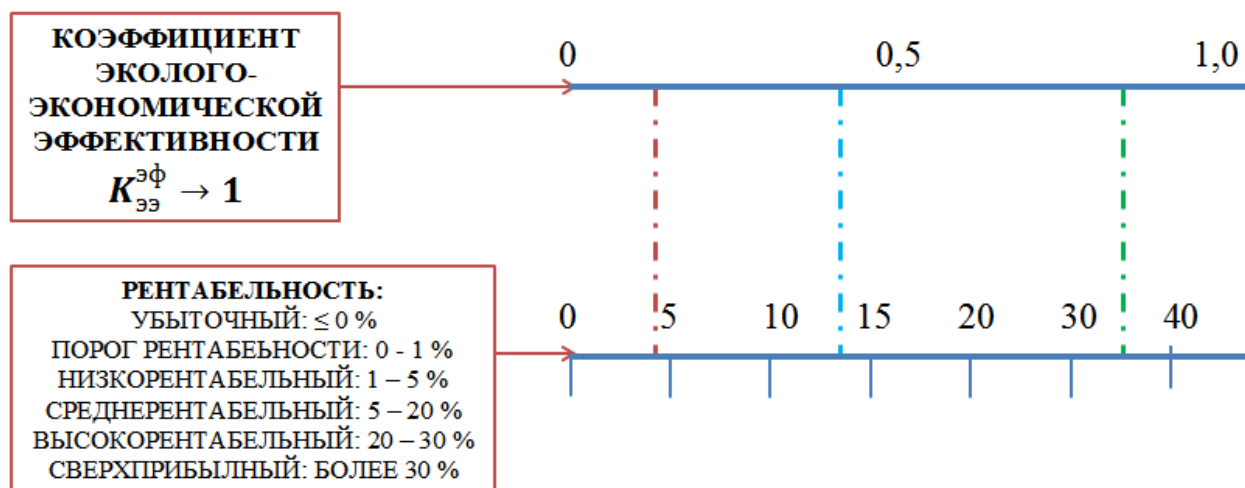


Рисунок 4 – Сравнение критериев оценки эколого-экономической эффективности технологии производства сельскохозяйственной продукции

При эколого-экономической оценке эффективности технологии возделывания сельскохозяйственных культур, необходимо обратить внимание на то, что рентабельность производства должна быть не ниже 20 %, а коэффициент эколого-экономической эффективности должен стремиться к единице.

Если расчеты показывают, что перечисленные критерии ниже допустимого, следует разработать технико-технологические решения, обеспечивающие повышение эффективности производства сельскохозяйственной продукции.

Технико-технологические решения должны включать в себя повышения технической оснащенности, использование прогрессивных энергосберегающих технологий, улучшения условия труда работников и т.д.

На основе вышеизложенного алгоритма была разработана блок-схема алгоритма определения эколого-экономической эффективности технологии производства продукции растениеводства, которая представлена на рисунке 5.

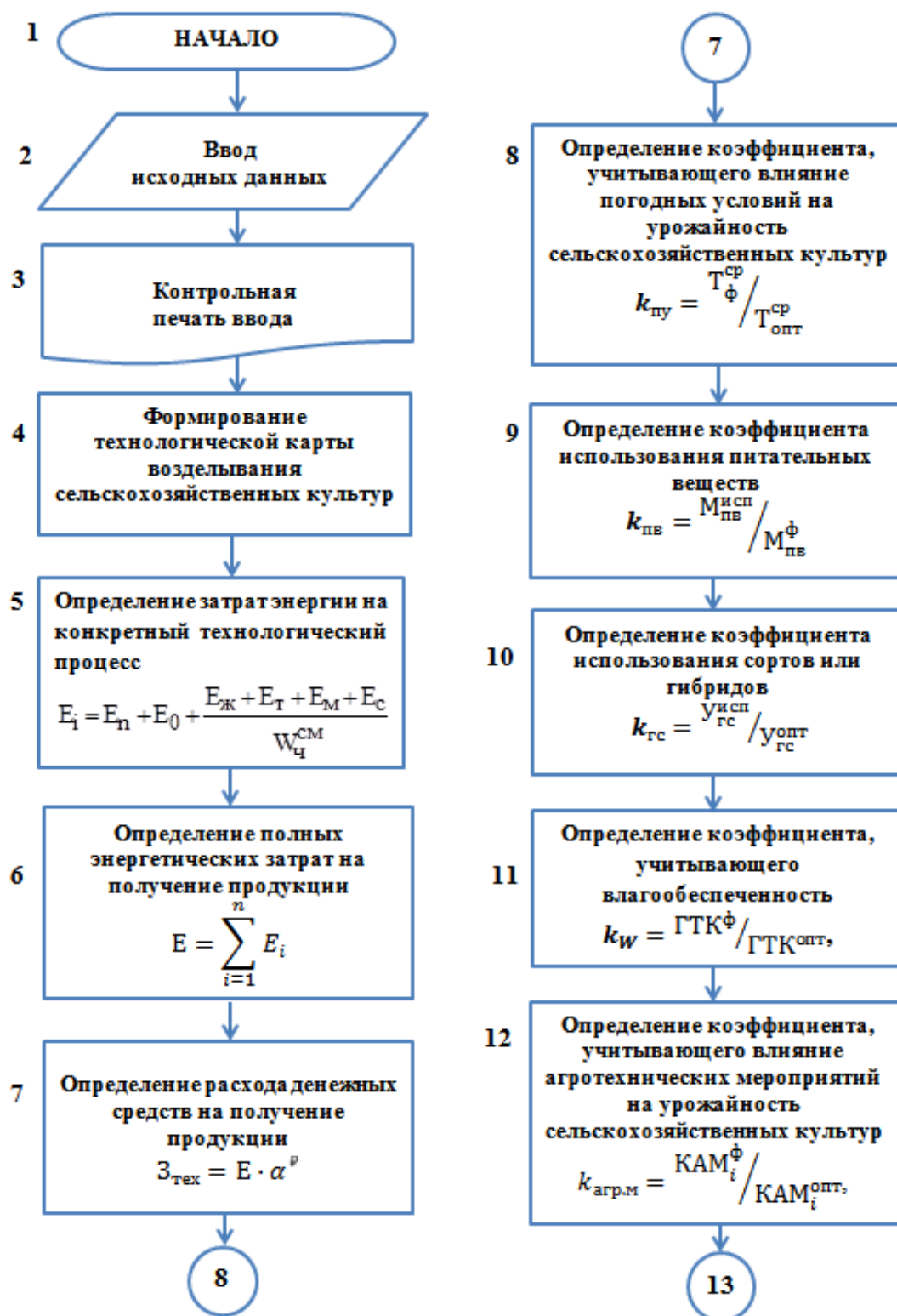


Рисунок 5 - Блок-схема алгоритма определения эколого-экономической эффективности технологии производства продукции растениеводства (начало)

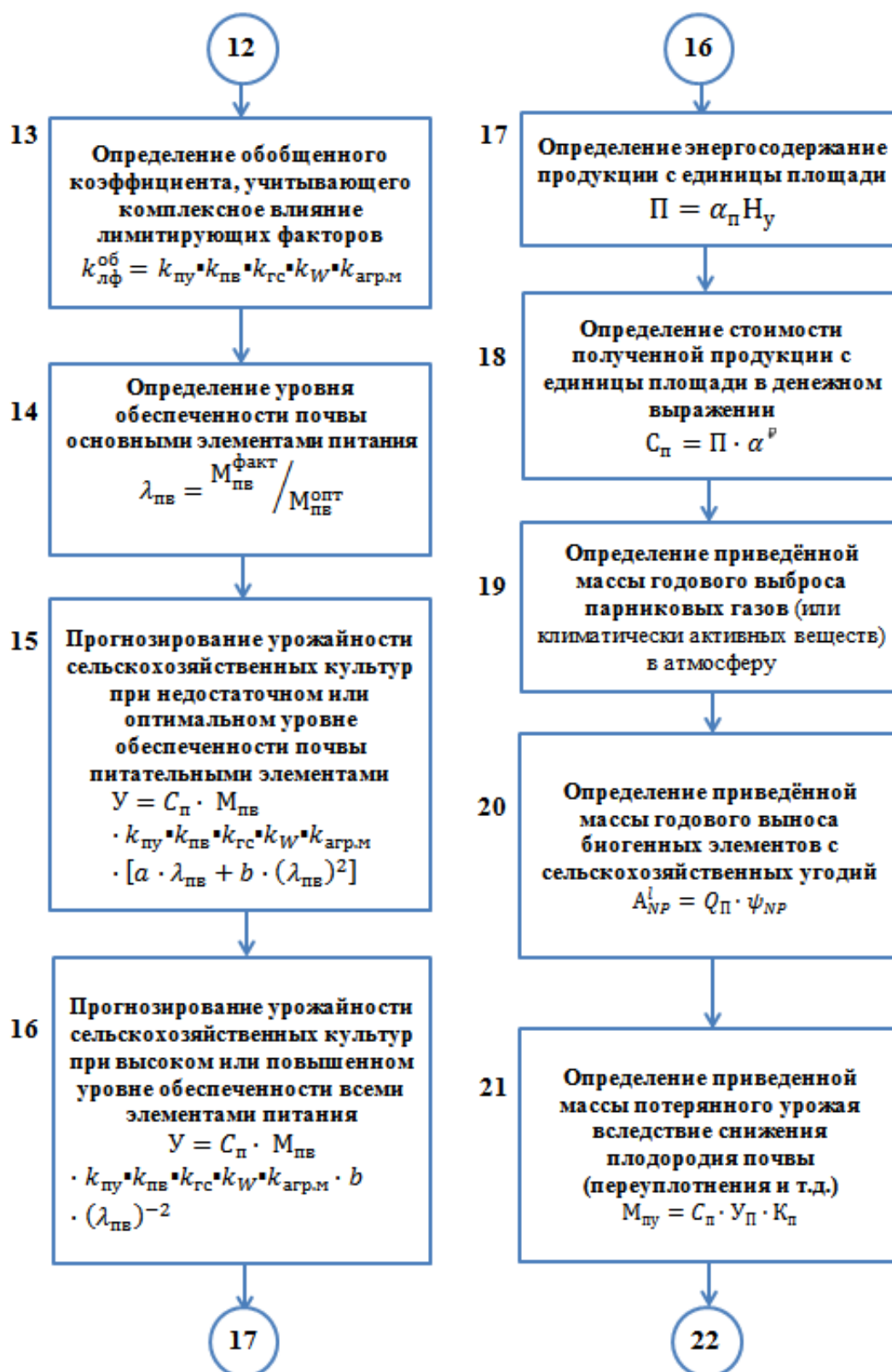


Рисунок 5 - Блок-схема алгоритма определения эколого-экономической эффективности технологии производства продукции растениеводства (продолжение)



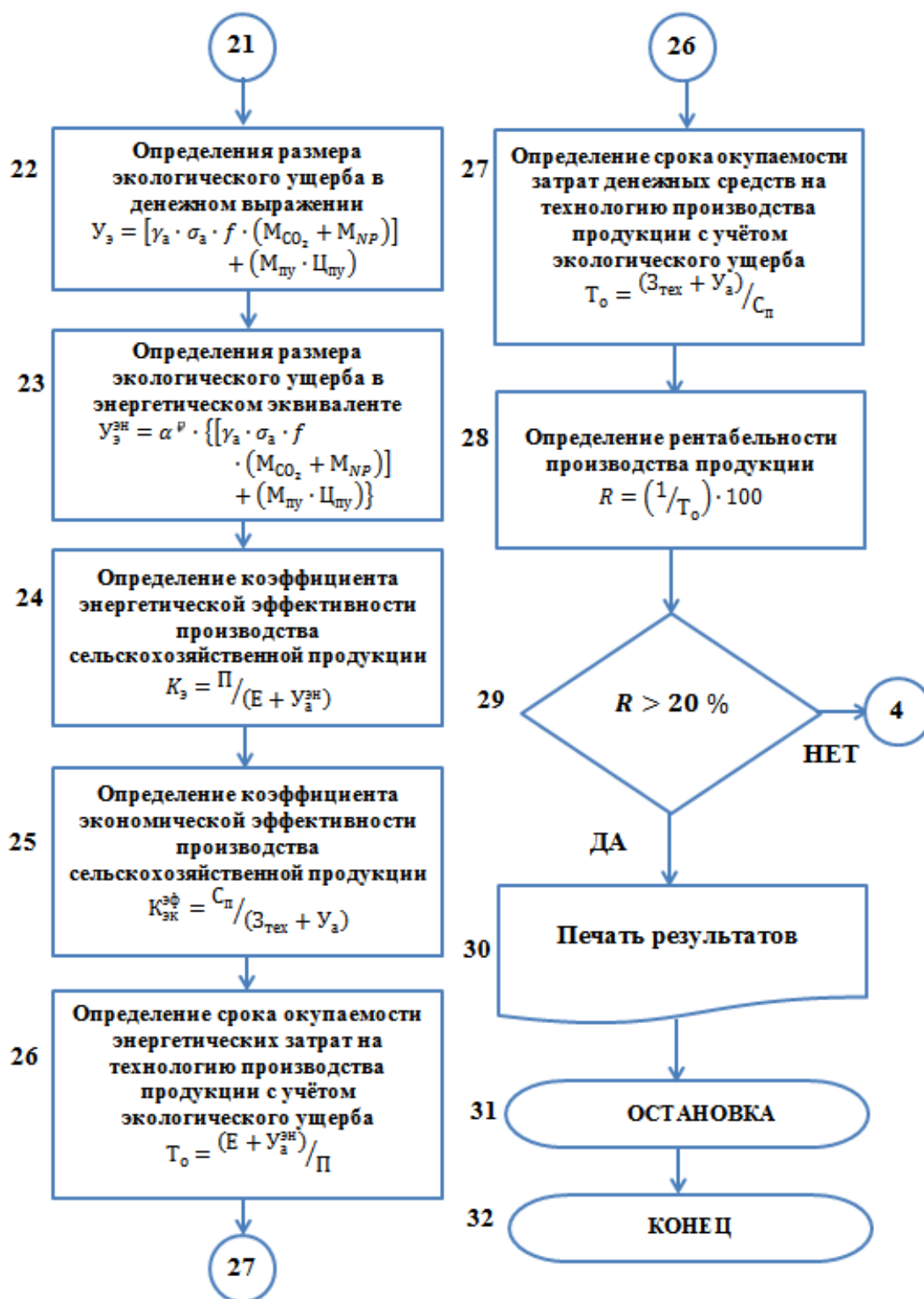


Рисунок 5 - Блок-схема алгоритма определения эколого-экономической эффективности технологии производства продукции растениеводства (окончание)

Представленные алгоритм и блок-схема алгоритма в дальнейшем могут быть использованы для разработки Программы для ЭВМ «Расчет эколого-экономической эффективности технологии производства продукции растениеводства».

### Заключение

Проведен анализ литературных источников, посвященные оценке эффективности технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Анализ литературы показал, что ещё не разработана методика комплексной оценки эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур с учетом экономических, энергетических и экологических требований.

Для повышения точности расчетов и быстрого получения результата исследований разработана методика комплексной эколого-экономической оценки, которая определяет порядок расчета показателей и критериев оценки эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Методика состоит из алгоритма расчета показателей и критериев, также её блок-схемы.

Представленные алгоритм и блок-схема алгоритма в дальнейшем могут быть использованы для разработки компьютерной программы (программы для ЭВМ)».

### Библиография

1. Исаенко Л.Н. Эколого-экономическая эффективность – критерий развития отрасли //Горный информационно-аналитический бюллетень. 2008. № 1. С. 225-230.
2. Бородин А.И. Формирование устойчивого развития региональной системы на основе экономико-экологического программирования. Автореф. дисс. докт. экон. наук. 08.00.05 - Экономика и управление народным хозяйством: региональная экономика. – Калининград. 2010. – 42 с.
3. Децук В. С. Оценка ущерба от загрязнения окружающей природной среды: учеб.-метод. пособие /В.С. Децук; Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2015 – 50 с.
4. Курынцева П.А., Галицкая П.Ю. Экономическая оценка ущерба окружающей среде: практикум /П.А. Курынцева, П.Ю. Галицкая. – Казань, 2021. – 184 с.
5. Дмитриевская, Т.А. Экология. Теоретические обоснования и расчеты: учебное пособие для высшего профессионального образования /Т.А. Дмитриевская, О.А. Пчеленок. – Орел: ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2011 – 108 с.
6. Светлов И. Методы оценки экономического ущерба от загрязнения водной среды. "Экономические стратегии", №04, 2007г., с. 168 - 173.
7. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293854/4293854046.pdf> (дата обращения 15.04.2024. В 14ч 44 мин.).
8. Что такое рентабельность инвестиций и как правильно ее рассчитать: <https://www.banki.ru/news/daytheme/?id=10989897> (дата обращения 15.04.2024 в 15ч 08 мин.).
9. Чуян О. Г. Усовершенствованная база сельскохозяйственных культур при проектировании системы удобрений (для Центрального Черноземья). Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН. 2011. - 53 с.

10. Анализ урожайности сельскохозяйственных культур и факторов, определяющих ее уровень <https://studfile.net/preview/1732228/page:3/> (дата обращения 02 мая 2024 г. 9ч 52 м.).
11. Васильева О.Г., Смирнов П.А., Деревянных Е.А. Ранжирование факторов урожайности в хмелеводстве //Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 3 (18). С. 79-84.
12. Васильева О.Г., Деревянных Е.А., Морозова Н.Н., Лукина И.В. Регрессионные модели прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур //Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2022. № 3 (22). С. 10-16.
13. Михайлов Н.Н. Определение потребности растений в удобрениях /Н. Н. Михайлов, В. П. Книпер; Под ред. Засл. деят. науки РСФСР, д-ра биол. наук, проф. З. И. Журбицкого. - Москва : Колос, 1971. - 256 с.
14. Шеуджен А.Х., Громова Л.И., Онищенко Л.М. Методы расчета доз удобрений: учеб. пособие /Кубан. гос. агр. ун-т. – Краснодар, 2010 – 61 с.
15. Муравин Э.А. Агрохимия. – М.: Колос. 2003. – 384 с.
16. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрохимия /Под ред. Б.А. Ягодина. — М.: Колос, 2002. — 584 с.
17. Хохлова П.Г., Худогонова Е.Г. Влияние различных доз азотных удобрений на урожайность бобово-злаковых травостоев //Вестник ИрГСХА. 2023. № 116. С. 137-142.
18. Тиньгаев А.В., Малютина Л.А., Шепталов В.Б. Влияние птичьего помёта на урожайность яровой пшеницы при внесении в чернозёмные почвы на Алтае //Мелиорация и водное хозяйство. 2015. № 3. С. 22-24.
19. Елисеев В.И. Влияние различных доз минеральных удобрений на показатели структурного анализа и урожайность яровой мягкой пшеницы //Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 4. С. 226-232.
20. Амирханов Д.В., Пермязова Н.В. Влияние различных доз минеральных удобрений и их сочетаний на урожайность и товарные качества картофеля //Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2007. № 9. С. 8-10.
21. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве. – М.: ВИМ, ЦНИИМЭСХ, ВИЭСХ, 1995. – 96 с.
22. Джаббаров, Н. И. Агроэкологические аспекты моделирования и прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур / Н. И. Джаббаров, А. В. Добринов // АгроЭкоИнженерия. – 2024. – № 3(120). – С. 91-109. – DOI 10.24412/2713-2641-2024-3120-91-109. – EDN ABXOQG.
23. Джаббаров, Н. И. Прогнозирование выбросов парниковых газов в растениеводстве от уровня применяемых технологий / Н. И. Джаббаров, А. П. Мишанов, А. В. Добринов // АгроЭкоИнженерия. – 2024. – № 1(118). – С. 70-82. – DOI 10.24412/2713-2641-2024-1118-70-82. – EDN UDSNCT.
24. Моделирование и прогнозирование выноса биогенных элементов с сельскохозяйственных угодий в зависимости от агрофизических свойств почвы / Н. И. Джаббаров, А. П. Савельев, А. В. Добринов [и др.] // Инженерные технологии и системы. – 2024. – Т. 34, № 1. – С. 101-114. – DOI 10.15507/2658-4123.034.202401.101-114. – EDN EOEFRT.

УДК 544.723.5

## ХЕМОСОРБЦИЯ ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА ВОДНЫМИ РАСТВОРАМИ САРКОЗИНАТА КАЛИЯ

**Яненко Ю.Б.** кандидат технических наук, главный конструктор, АО «СКТБЭ»; **Бударин С.Н.** кандидат технических наук, начальник отдела; **Кириллова Н.В.** научный сотрудник; **Михайленко В.С.** научный сотрудник, Военно-морская академия, e-mail: [yamih60@yandex.ru](mailto:yamih60@yandex.ru)

**Аннотация.** В сообщении приведены результаты экспериментальное определение зависимости степени поглощения двуокиси углерода от концентрации саркозината калия (метиламиноуксусной кислоты) в водных растворах. Полученные результаты могут быть использованы при разработке малогабаритных систем регенерации воздуха.

**Ключевые слова:** регенерация воздуха, саркозинат калия, двуокись углерода

## CHEMISORPTION OF CARBON DIOXIDE BY AQUEOUS SOLUTIONS OF POTASSIUM SARCOGINATE

**Yanenko Yu.B., Budarin S.N., Mikhailenko V.S., Kirillova N.V.**

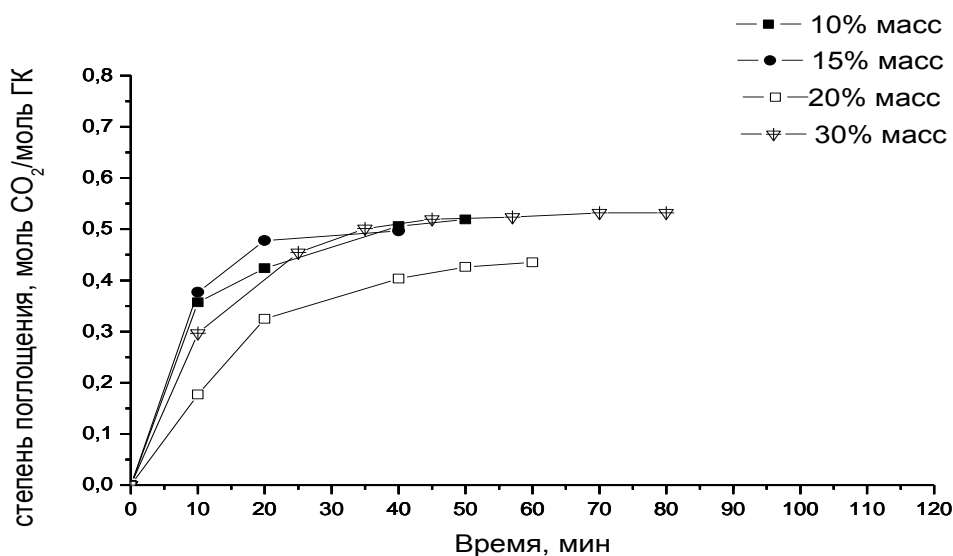
**Abstract.** The results of an experimental determination of the dependence of the degree of carbon dioxide absorption on the concentration of potassium sarcosinate (methylaminoacetic acid) in aqueous solutions are presented. The obtained results can be used in the development of small-scale air regeneration systems.

**Keywords:** air regeneration, potassium sarcosinate, carbon dioxide

Химическая сорбция двуокиси углерода может использоваться в установках регенерации воздуха в целях обеспечения химической безопасности различных герметичных обитаемых объектов, и осуществляется, как правило, с использованием натронной извести или жидкого поглотителя на основе моноэтаноламина. Основным недостатком применения натронной извести является ее низкая емкость, которая с учетом необходимости поддержания объемной доли двуокиси углерода до 0,3 % редко превышает 100 л/кг., а недостатком установок на основе моноэтаноламина – необходимость очистки воздуха от продуктов деградации поглотителя и существенное возрастание габаритов установок, в частности, узла очистки воздуха (фильтров) от вредных примесей, а пары аминов обладают сравнительно высоким давлением [1-10].

Поэтому для очистки воздушной среды герметичных обитаемых объектов в перспективных системах регенерации рассматриваются аминокислоты, например, водный раствор саркозината калия. Хотя аминокислоты дороже по сравнению с используемыми алканолaminaми, они имеют ряд уникальных достоинств благодаря их физическим и химическим свойствам. Соли аминокислот более устойчивы к разложению, особенно при очистке кислых газов из кислород-обогащенных газовых потоков. Вследствие ионной структуры растворов они имеют низкую летучесть и высокое поверхностное натяжение. В тоже время их реакционная и абсорбционная способность сравнимы с алканолaminaми.

Цель настоящего исследования – экспериментальное определение зависимости степени поглощения двуокиси углерода от концентрации саркозината калия (метиламиноуксусной кислоты) в водных растворах.



Зависимость степени поглощения двуокси углерода от концентрации саркозината калия ( $P_{\text{CO}_2} = 101,3$  кПа;  $G_{\text{CO}_2} = 6$  л/ч;  $V_{\text{раствора}} = 200$  мл;  $T = 40$  °C;  $d_s = 9,09 \times 10^{-2}$  м;  $N = 108$  мин<sup>-1</sup>).

**Материалы и методы.** Сущность технологического процесса приготовления раствора сорбента заключается в приготовлении гомогенного раствора разных солей, обладающих способностью к поглощению диоксида углерода. Процесс состоит в параллельном приготовлении растворов реагентов и последующим их смешении. Технологический процесс приготовления сорбента не предусматривает образования отходов, сброса сточных вод, выбросов в атмосферу, эксплуатацию системы очистки и утилизации отходов.

**Результаты и их обсуждения.** На основании проведенных в АО «СКТБЭ» исследований на рисунке приведена зависимость степени поглощения двуокси углерода от концентрации саркозината калия в водных растворах. Полученные результаты могут быть использованы при разработке малогабаритных систем регенерации воздуха.

### Библиография

1. Optimal Characteristics Calculation of the Air Chemical Regeneration System of Sealed Habitable Objects / E. I. Akulinin, O. O. Golubyatnikov, D. S. Dvoretzky, S. I. Dvoretzky // *Advanced Materials and Technologies*. – 2020. – No. 1(17). – P. 54-63. – DOI 10.17277/amt.2020.01.pp.054-063. – EDN HTGEIO.
2. Зюкин, В. В. Перспективы разработки систем регенерации воздуха подводных лодок / В. В. Зюкин, В. В. Куташов, В. В. Орлов // *Морской сборник*. – 2024. – № 6(2127). С. 65-70. – EDN JWQHVK.
3. Гладышев, Н. Ф. Наноструктурированные листовые хемосорбенты для средств очистки и регенерации воздуха обитаемых герметичных объектов / Н. Ф. Гладышев, Т. В. Гладышева, С. И. Дворецкий // *Химическая безопасность*. – 2017. – Т. 1, № 1. – С. 62-70. – DOI 10.25514/CHS.2017.1.11432. – EDN ZBPRJR.
4. Половинкина, О. Н. Краткий обзор методов регенерации воздуха по диоксиду углерода с использованием жидкостных абсорберов / О. Н. Половинкина, В. С. Михайленко // *Вестник МАНЭБ*. – 2022. – Т. 27, № 4. – С. 46-50. – EDN DZICBR.

5. Оценка химической безопасности технических объектов / Г. А. Родин, О. В. Михайленко, С. В. Ефремов, А. В. Морозов // Безопасность жизнедеятельности. – 2016. – № 7(187). – С. 40-45. – EDN WGELCJ.
6. Саркисов, С. В. Предложения по организации эксплуатационного содержания объектов военной инфраструктуры с применением разработанной информационной системы / С. В. Саркисов, Е. О. Добрышкин, П. В. Кижаев // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2024. – № 4(32). – С. 261-266. – EDN HJTPK.
7. Кича, М. А. О развитии методологии в области оценки химической безопасности морских транспортных средств Российской Федерации на период до 2030 года и дальнейшую перспективу / М. А. Кича, Е. И. Кича // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2024. – № 3(31). – С. 209-214. – EDN AALMZT.
8. Кича, Е. И. Сравнительный анализ использования различных критериев оценки индивидуального риска на объектах Военно-Морского Флота / Е. И. Кича, М. А. Кича // Токсикологический вестник. – 2023. – Т. 31, № 4. – С. 226-231. – DOI 10.47470/0869-7922-2023-31-4-226-231. – EDN LXYGJZ.
9. Утилизация выбросов углекислого газа в морской воде / А. Н. Дядик, М. А. Кича, Д. С. Маловик, В. С. Михайленко // Современные проблемы экологии : сб. докладов по материалам XXXIII всероссийской научно-практической конференции, Тула, 06 марта 2025 года. – Тула, 2025. – С. 96-98. – EDN DHOPPX.
10. Дядик, А. Н. Динамика газовой фазы при барботаже в морской воде, содержащей поверхностно-активные вещества / А. Н. Дядик, М. А. Кича, Д. С. Маловик // Морские интеллектуальные технологии. – 2024. – № 4-1(66). – С. 167-172. – DOI 10.37220/MIT.2024.66.4.019. – EDN KPNBYU.

## БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УДК 644.3

### АСПЕКТЫ ОСВЕЩЕНИЯ В РАМКАХ ДИСЦИПЛИНЫ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ» ДЛЯ НАПРАВЛЕНИЯ «ДИЗАЙН»

**Занько Н.Г.**, кандидат технических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова

**Аннотация.** Свет, является стимулятором общефизиологических функций и психического состояния человека, определяет уровень его работоспособности, утомления, состояния здоровья. Рассмотрены некоторые вопросы создания комфортной световой среды, которым необходимо уделять особое внимание при изучении дисциплины БЖД для направления подготовки «Дизайн».

**Ключевые слова:** световая среда, восприятие пространства, зрительные функции, требования к освещению, источники света.

### LIGHTING ASPECTS WITHIN THE FRAMEWORK OF THE LIFE SAFETY DISCIPLINE FOR THE DESIGN DIRECTION

**Zanko N.G.**

**Abstract.** Light stimulates general physiological functions and a person's mental state, determining their level of performance, fatigue, and health. This article examines several aspects of creating a comfortable lighting environment that require special attention when studying the life safety discipline for the Design program.

**Keywords:** light environment, spatial perception, visual functions, lighting requirements, light sources.

Свет — это возбудитель органа зрения, первичного чувствительного канала для получения информации об окружающей среде. Способность человека выполнять многие задания зависит до некоторой степени от количества и качества света. Кроме того, освещение может влиять на способ получения ощущений и восприятий об окружающей среде.

Недостаточное освещение отрицательно сказывается на функции зрительного анализатора, повышая утомляемость, снижая работоспособность человека и производительность труда, способствует росту производственного травматизма.

Длительное отсутствие или недостаточность видимого излучения может приводить к развитию патологических состояний — аномалии рефракции, снижению остроты зрения, уменьшению угла периферического зрения, изменений в центральной нервной системе, нарушений биохимических и иммунных реакций.

Интегральной функцией зрительного анализатора является восприятие освещенности объекта. В основе этого лежат несколько зрительных функций.

Острота зрения - способность глаза различать наименьшие детали объекта. С увеличением освещенности до 100-150 лк острота различения быстро возрастает, при дальнейшем увеличении ее рост замедляется.

Контрастная чувствительность – способность глаза различать минимальную разность яркостей рассматриваемого объекта и фона. Если рабочая поверхность отражает не более 30-40% падающего света, то контрастная чувствительность наиболее высока при 500-1000 лк.

Быстрота различения – наименьшее время, необходимое для различения деталей объекта. Она заметно возрастает при увеличении освещенности до 100-150 лк, затем ее рост замедляется (но не заканчивается) до 1000 лк и выше.

Устойчивость ясного видения определяется отношением времени ясного видения деталей объекта к суммарному времени его рассматривания. Эта функция характеризует утомление зрительного анализатора, возрастающее в процессе зрительной работы. Оно наступает тем быстрее, чем хуже освещенность, и достигает оптимальных значений при освещенности, равной 600 -1000 лк [1].

Различные уровни освещенности, распределения света и цвета вызывают неодинаковые настроения и другие субъективные ощущения (таблица) [2].

Субъективное ощущение	Освещение
Яркости	Яркое равномерное (настенное освещение или стены с высокой отражательной способностью)
Просторности	Равномерное настенное
Мягкости	Неравномерное (настенное освещение более интенсивное, чем верхнее)
Уединенности	Неравномерное (малая сила света вблизи пользователя и большая – в остальных местах)
Приятности	Неравномерное (настенное освещение или стены с высокой отражательной способностью)

Принимая во внимание все перечисленное, при проектировании освещения следует создавать особую световую обстановку, под которой понимается физиологическая и психологическая среда, создаваемая взаимодействием света и цвета с формой и архитектурой помещений. Она будет призвана учитывать качество освещения, зависящее от характеристик источников света, а также от эстетических, социальных и культурных факторов.

Выбор удовлетворительной освещенности рабочего места требует сбалансированного учета различных факторов, а сложная реакция организма на нерациональные условия освещения определила большой спектр показателей и гигиенические требования к ним. Вот некоторые из них: обеспечение освещенности рабочих поверхностей не ниже нормируемых уровней; предотвращение слепящего действия световыми потоками, поступающими от источников света или отражающих поверхностей в направлении глаз; исключение больших контрастов яркостей наблюдаемых поверхностей; отсутствие (низкий уровень) пульсаций светового потока; обеспечение правильной цветопередачи.

Индивидуальная оценка предпочтительной освещенности при выполнении определенного задания является компромиссом между характеристиками видения, блескости, адаптации, индивидуальных особенностей личности. Самовыбор уровня освещенности – понятие, которое согласуется с эргономическими соображениями о том, что рабочие места должны быть обеспечены возможностями приспособления к индивидуальным различиям отдельных работников (в большей мере с дефектами зрения). Необходимо помнить, что от качества условий освещения зависит способность человека воспринимать окружающую среду,



С начала 21-го века к субъективным ощущениям добавились циркадные ритмы. Это произошло после открытия нового типа светочувствительных клеток, которые реагируют на свет, влияют на уровень мелатонина в крови и регулируют циркадный ритм. Другими словами, попадающие в глаза лучи света не только обеспечивают возможность видеть, но и влияют на протекающие в организме человека гормональные процессы и физиологические ритмы. Хорошо известное определение циркадного ритма (установление внутреннего копирования чередования дня и ночи) и влияние циркадного механизма на передачу информации о «внутреннем» времени ко всем частям тела подтверждают наличие невизуального воздействия света.

В темноте, то есть при отсутствии света, внутренние сигналы организма продолжают поступать, но их периодичность превышает 24ч. Для приведения внутренних часов к 24-часовому периоду необходимо внешнее воздействие. Однако его нелегко обеспечить незамедлительно. Освещённость может и не обеспечить поступление к внутренним часам сигнала о необходимости спектральной чувствительности фоторецепторов сетчатки. А это может привести к нарушениям метаболизма человека. Воздействию подвергаются циклы сна-бодрствования, и гормональная активность, и дневная активность, и иммунная система, что может привести к серьёзным заболеваниям. При формировании зрительно комфортного и здорового пространства проектировщик освещения должен учитывать все эти факторы. [3].

Для характеристики источников искусственного освещения гигиенически значимым показателем является цветовая температура  $T_{цв}$ , определяющая относительный вклад излучения данного цвета в излучение источника. В помещениях, где естественное освещение недоступно или его недостаточно, для искусственной регуляции биоритма предлагается изменять последовательно, в соответствии с биоритмами человека, уровень и спектральный состав излучения источников света на протяжении рабочего дня [4]. Спектральный состав излучения, определяемый цветовой температурой составляет от 3 000 до 6 000 К. Подбирая комбинацию источников света различной  $T_{цв}$ , можно обеспечить оптимальное по спектру, соответствующее биоритмам освещение закрытых помещений. Разработаны рекомендации по использованию ламп с высокой  $T_{цв}$  (до 6 000 К), т.е. с достаточно холодным спектром излучения (голубой, синий), в помещениях для активной деятельности человека и ламп с более низкой  $T_{цв}$  (2 700—3 500 К), т.е. с теплым спектром (желтый, оранжевый), в помещениях для отдыха. На рисунке представлен вариант освещения с последовательно варьирующим уровнем освещенности и  $T_{цв}$  в соответствии с биоритмами человека в течение рабочего дня [5].

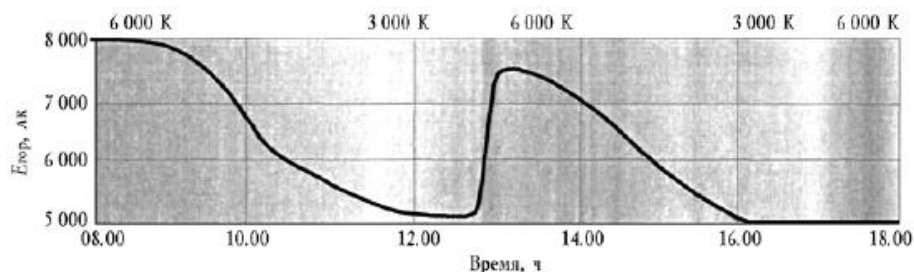


Рисунок 1. Динамика освещения в течение рабочего дня

Если рассмотреть связь между спектром излучения и физиологией человека, то видно, что чувствительность зрительного аппарата имеет максимум в зелёно-жёлтой области спектра, тогда как максимум биологической чувствительности лежит в синей области спектра. Это отличие

следует учитывать при проектировании освещения, т.к. оно непосредственно связано с невизуальным воздействием света.

Таким образом, на основе знаний о незрительной системе организма можно сочетать или подбирать пространственный и спектральные характеристики рационального искусственного освещения, которое вечером и ночью не будет препятствовать секреции мелатонина, будет уменьшать усталость, повышать концентрацию внимания у людей, тем самым поддерживать высокую работоспособность и предупреждать травматизм в ночное время.

Создание оптимальной световой среды базируется на выборе источников света. При выборе источников света выбирается тип ламп (светодиодные, галогенные), цветовая температура, световой поток и индекс цветопередачи. Важно также соотносить характеристики освещения с назначением помещения, его размерами и стилем интерьера.

В последнее время лампы накаливания массово вытесняются современными источниками света - компактными люминесцентными лампами и светодиодными источниками света. Сегодня самым энергосберегающим и энергоэффективным искусственным источником света является светодиодная лампа. Однако следует иметь в виду, при светодиодном освещении белыми светодиодами (синий кристалл и желтый люминофор), которые имеют провал в спектре на 480 нм, происходит неадекватное управление диаметром зрачка глаза. Повышенная доза синего в спектре светодиодного освещения влияет на здоровье человека и функционирование зрительного анализатора, что увеличивает риски инвалидизации по зрению и ухудшению здоровья в трудоспособном возрасте [6].

В среднем каждый человек проводит при искусственном освещении больше 70% времени: дома, на работе, в транспорте и местах досуга. Поэтому создание комфортной световой среды является важной задачей, к которой надо относиться осознанно.

### Библиография

1. Занько Н.Г., Ретнев В.М. Медико-биологические основы безопасности: учебник - М.: Издательский центр «Академия», 2013.-256с.
2. Человеческий фактор. В 6-ти тт. Т.2. Эргономические основы проектирования производственной среды: Пер. с англ./Д.Джоунз и др.- М.: Мир, 1991. – 550с.
3. Манаев Б. Световая среда и воспринимаемая среда //Светотехника. – 2019. – № 5. – С. 35-39
4. Войс П. Свет и здоровье // Светотехника.- 2006.- № 6.- С. 43—48
5. ВоутванБоммель Динамичное освещение рабочих помещений по уровню освещенности и цвету // Светотехника.-2006. -№ 6.- С. 15—18
6. Капцов В.А., Дейнего В.Н. Синий свет светодиодов – новая гигиеническая проблема // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 1. – С. 15–25.

## АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГАРАЖА ДЛЯ СТОЯНКИ И ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАНСПОРТА ООО СЗ «САРМИЧ»

**Савельев А.П.**, доктор технических наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности, Институт механики и энергетики, ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», E-mail: tbsap52@mail.ru

**Курдюков Д.В.**, аспирант кафедры безопасности жизнедеятельности, Институт механики и энергетики ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева».

**Аннотация.** В данной статье изложены результаты анализа и оценки пожарной безопасности. Данный анализ может быть положен в основу мероприятий по приведению данного и подобных ему объектов в соответствие требованиям пожарной безопасности.

**Ключевые слова:** обеспечение пожарной безопасности, гараж, эвакуация, пожар, пожарная безопасность, пожарный риск.

## ANALYSIS OF FIRE SAFETY OF THE GARAGE FOR PARKING AND SERVICING VEHICLES AT LLC SZ "SARMICH"

**Savelyev A.P., Kurdyukov D.V.**

**Abstract.** This article presents the results of the analysis and assessment of fire safety. This analysis can serve as the basis for measures to bring this and similar facilities into compliance with fire safety requirements.

**Keywords:** fire safety provision, garage, evacuation, fire, fire safety, fire risk.

Введение .Пожарная безопасность является одной из ключевых задач при проектировании и эксплуатации производственных зданий. Согласно данным МЧС России, в 2022 году в стране произошло 352 602 пожара, в которых погибло 7 776 человек, а материальный ущерб превысил 18,7 млрд рублей. Существенную долю составляют пожары в зданиях производственного назначения, включая объекты транспортного хозяйства [10].

Особую актуальность проблема имеет для сельскохозяйственных предприятий, где в закрытых гаражах размещается и обслуживается транспортная техника. Нарушение норм пожарной безопасности в таких объектах может привести не только к значительным материальным потерям, но и к угрозе жизни людей.

Целью исследования является анализ состояния пожарной безопасности гаража для стоянки и обслуживания транспорта ООО СЗ «Сармич» (Республика Мордовия) и разработка алгоритма мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

Методика исследований.

В ходе исследования применяли статистический, аналитический методы, а также экспертной оценки, сопоставления.

### Результаты исследований

Объект исследования – гараж №1 ОАО «Сыродельный завод «Ичалковский» (ООО СЗ «Сармич»), предназначенный для стоянки и обслуживания транспортных средств. Конструктивные элементы: фундамент – бетонный; стены – керамзитобетонные панели; перекрытие и кровля – металлические конструкции; наружная отделка – стеновой профиль. По

классификации здание относится к функциональному классу пожарной опасности Ф5.1 и II степени огнестойкости [9].

В таблице проверки делается вывод по каждому техническому решению внутренней планировки здания, а после таблицы проверки делается общий вывод о соответствии планировочных решений требованиям пожарной безопасности.

Таблица 1 – Проверка объемно-планировочных решений

Вопросы, подлежащие проверке	Предусмотрено в проекте	Требуется по нормам	Ссылки на пункты норм	Вывод
Класс функциональной пожарной опасности	Ф5.1 (производственный корпус).	Ф5.1 (Здания производственного назначения).	Ст. 32, п. 1, ФЗ №123 [1]	Соответствует
Соответствие класса конструктивной пожарной опасности объекта защиты и требуемый класс конструктивной пожарной опасности	Рассматриваемая конструкция отнесена к строительной конструкции класса К0, т.е класс конструктивной пожарной опасности С0.	Для здания необходим конструктивный класс пожарной опасности – С0	Таблица 22, ФЗ №123 [1]	Соответствует
Допустимая высота размещения здания (этажность)	7 метров (1)	24 метра для зданий 3 степени огнестойкости	Таблица 6.1 СП 2.13130.2020	Соответствует
Наименование противопожарных преград и заполнение проемов в них	Стены, перегородки, перекрытия класса К0	Противопожарные преграды должны быть класса К0	п. 5.2.2 СП 2.13130.2020	Соответствует
Отделка стен и потолков	Так как вместимость зальных помещений превышает 50 человек, но не превышает 300 человек используются материалы Г1, В2, Д2, Т2	Использование материалов Г1, В2, Д2, Т2	Табл. 29, табл. 3 ФЗ №123	Соответствует

При рассмотрении проектных материалов, в части соответствия объемно-планировочных решений нарушений не выявлено.

В таблице 2 делается анализ эвакуационных путей и выходов, а после таблицы делается общий вывод о соответствии эвакуационных путей и выходов требованиям пожарной безопасности.

Таблица 2 – Анализ эвакуационных путей и выходов

Вопросы, подлежащие проверке	Предусмотрено в проекте	Требуется по нормам	Ссылки на пункты норм	Вывод
Направление открывания дверей	Двери эвакуационных выходов открываются по направлению выхода из здания	Двери эвакуационных выходов и двери, расположенные на путях эвакуации должны открываться по направлению выхода из здания	п.п 8.1 СП 1.13130.2020	Соответствует
Количество эвакуационных выходов	Площадь здания превышает 1000 м <sup>2</sup> и имеет 10 эвакуационных выходов	Не менее двух эвакуационных выходов должны иметь: помещения категорий А и Б с численностью, работающих в наиболее многочисленной смене более 5 человек, категории В – более 25 человек или площадью более 1000 м <sup>2</sup> ;	п.п 8.2 СП 1.13130.2020	Соответствует
Ширина горизонтальных участков путей эвакуации	Ширина горизонтальных участков путей эвакуации на всех участках не менее 0,8 м	Ширина горизонтальных участков путей эвакуации 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; – 0,1 м – во всех остальных случаях		
Направление открывания дверей на путях эвакуации	Двери открываются по направлению выхода из здания	Двери эвакуационных выходов должны открываться по направлению выхода из здания, кроме помещений с	СП 1.13130.2020 п. 4.2.	Соответствует

Вывод: рассмотрев проектные материалы, в части соответствия эвакуационных путей и выходов нарушений не выявлено.

Здание оборудовано эвакуационными выходами непосредственно наружу в виде дверей, либо калиток в воротах. Высота всех выходов составляет не менее 1,9 м, ширина не менее 0,8 м, что соответствует требованиям СП 1.13130.2020 [2].

Из каждого помещения выход осуществляется либо непосредственно наружу, либо через не более чем одно смежное помещение, также оборудованное эвакуационными выходами [4].

Проверка соответствия предела огнестойкости применяемых строительных конструкций осуществлялась в соответствии с таблицей 21 [1], соответствует требованиям и представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Предел огнестойкости строительных конструкций

Степень огнестойкости здания	Предел огнестойкости строительных конструкций					
	несущие элементы здания	наружные несущие стены	перекрытия междуэтажные (в т. ч. чердачные и над подвальными)	Элементы бесчердачных покрытий		Лестничные клетки
				настилы (в том числе с утеплителем)	фермы, балки, прогоны	
II	R 90	E 15	REI 45	RE 15	R 15	R 60

В соответствии с принятыми проектными решениями, основанными на требованиях СП 3.13130.2009 [3] (таблица 2, п.6) принят второй тип оповещения о пожаре, звуковой.

Результаты работоспособности СОУЭ представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Анализ систем оповещения и управления эвакуацией

Вопросы, подлежащие проверке	Предусмотрено в проекте	Требуется по нормам	Ссылки на пункты норм	Вывод
Способ оповещения людей о пожаре, управление эвакуацией	Система речевого оповещения 2-го типа	Звуковые сигналы	п. 6, табл. 1 СП 3.13130.2009	Соответствует
Уровень звука СОУЭ	Обеспечивается звуковое давление 105 дБА	Не менее 75 дБА и 3 м от оповещателя, но не более 120 дБА	п. 4.1 СП 3.13130.2009 [3]	Соответствует
Включение СОУЭ	Автоматическое включение	Автоматически от командного сигнала	п. 3.3 СП 3.13130.2009	Соответствует
Кабели, провода СОУЭ	Выполняется экранированным кабелями КПСЭнг-FRHF- 1×2×0,5	Должны обеспечивать работоспособность соединительных линий в условиях пожара в течении времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасную зону	п. 3.4 СП 3.13130.2009	Соответствует
Расположение знаков эвакуационного выхода и направление движения	Знаки в коридорах и над выходами расположены на высоте не менее 2 м	Над эвакуационными выходами, на высоте не менее 2 м	пп. 5.3, 5.5 СП 3.13130.2009	Соответствует
Световые указатели «Выход»	Световые оповещатели находятся во включенном состоянии постоянно	Включаются на время пребывания людей	п. 5.2 СП 3.13130.2009	Соответствует
Размещение ручных пожарных извещателей	Извещатели устанавливаются на высоте 1,5 м	ИПР следует устанавливать на стенах и конструкциях на высоте (1,5±0,1) м от	п. 6.6.27 СП 484.131500.2020 [4]	Соответствует

Вывод: рассмотрев проектные материалы, в части соответствия систем оповещения и управления эвакуацией нарушений не выявлено.

Проведем расчет индивидуального пожарного риска на объекте при наличии систем противодымной защиты и автоматической установки пожаротушения [7,8]. Результаты оценки индивидуального пожарного риска, при наличии ПДЗ и АУП приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты оценки пожарного риска.

$Q_p$	$K_{ап}$	$P_{пр}$	$P_{э}$	$K_{п.з}$	Индивидуальный пожарный риск
$4,5 \times 10^{-2}$	0,9	0,33	0,999	0,87	$1,93 \times 10^{-7}$

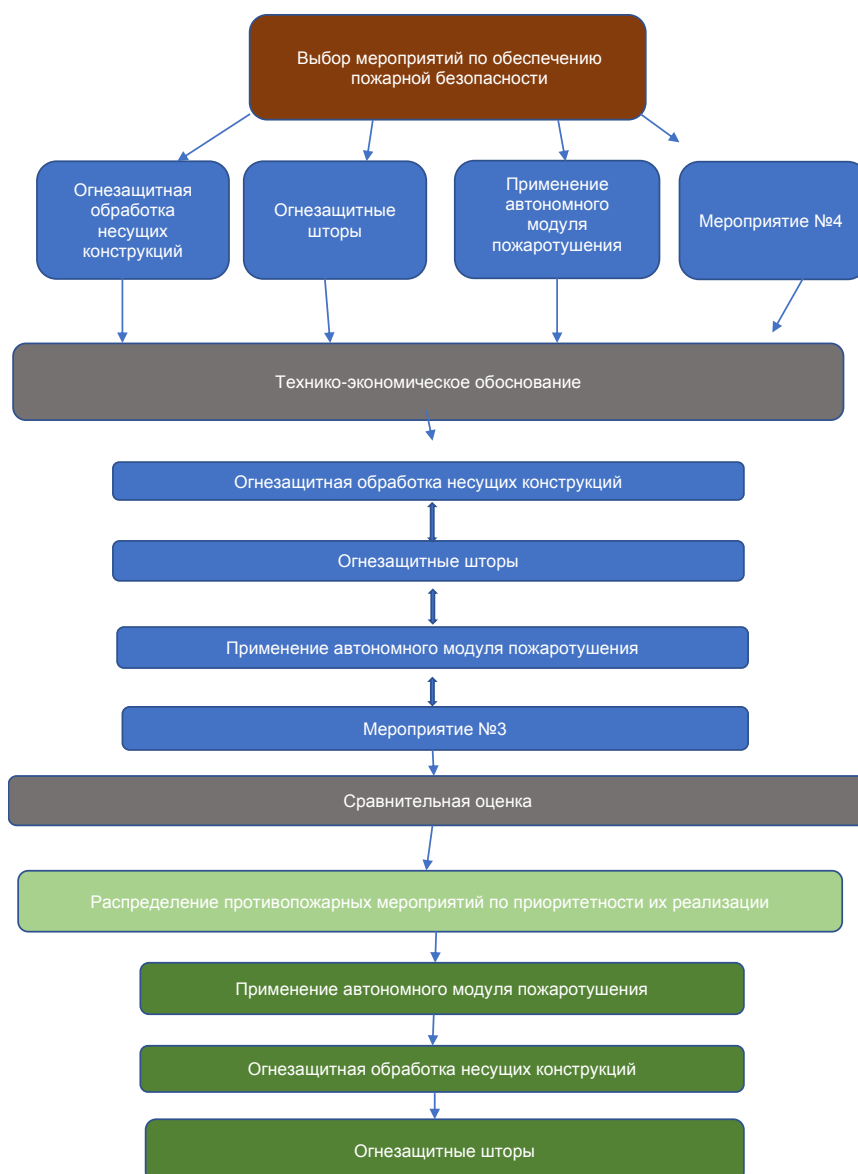


Рисунок 1 – Приоритетный алгоритм реализации мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Как показало исследование, возгорание может произойти по нескольким **причинам**, таких как:

- 1) Возгорание в моторном отсеке двигателя (перегрев, нарушение работы двигателя, неправильная эксплуатация, утечка ГЖ (22 %));
- 2) Возгорание электропроводки в кабине водителя, в следствии короткого замыкания или перегрева (22%);
- 3) Возгорание в топливной системе (протекание топлива на горячие части авто (8%));
- 4) Человеческий фактор (поджог, нарушение техники безопасности);
- 5) Утечка из гидросистем (22%).

Для совершенствования пожарной безопасности стоянки закрытого типа предлагаются следующие мероприятия:

- 1) Использование противопожарных штор;
- 2) Применение огнезащитного состава несущих конструкций защищаемого здания;
- 3) Постройка дополнительного гаража для автомобилей;
- 4) Использование автономных модулей пожаротушения.

Разработанный приоритетный алгоритм реализации мероприятий будет иметь следующую последовательность, которая показана на рисунке 1.

По результатам проведенной работы можно сделать вывод, что на величины индивидуального пожарного риска влияют состояние путей эвакуационных путей и выходов, а также наличие технических систем противопожарной защиты.

В ходе работы был проведен расчет индивидуального пожарного риска для автостоянки закрытого типа. Рассмотрены мероприятия по обеспечению пожарной безопасности исследуемого объекта, разработан алгоритм их реализации.

#### Выводы

Проведенными исследованиями установлено, что объект соответствует требованиям к ограничению распространения пожара, эвакуационным путям и выходам, системам оповещения и управления эвакуацией, степени огнестойкости здания, автоматическим установкам пожаротушения. Индивидуальный пожарный риск не превышает нормативного значения, следовательно исследуемый объект соответствует требованиям пожарной безопасности. Величина индивидуального пожарного риска для людей, находящихся в рассматриваемой стоянке закрытого типа (при наличии на объекте системы АУП и ПДЗ, а также изменении ширины дверного проема с 0,7 до 0,8 м), составляет  $1,93 \times 10^{-7}$  в год, т.е. не превышает нормативное значение, установленное Техническим регламентом.

#### Библиография

1. Федеральный закон от 22.07.2008г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» URL: <https://base.garant.ru/>
2. Свод правил СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» URL: <https://docs.cntd.ru/>
3. Свод правил СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности». URL: <https://docs.cntd.ru/>



4. Свод правил СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям». URL: <https://docs.cntd.ru/>
5. Свод правил СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» URL: <https://docs.cntd.ru/>
6. Свод правил СП 484.131500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты» URL: <https://docs.cntd.ru/>
7. Свод правил СП 485.131500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические» URL: <https://docs.cntd.ru/>
8. Свод правил СП 486.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности URL: <https://docs.cntd.ru/>
9. Приказ МЧС России от 14.11.20022 №1140 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности». URL: <https://docs.cntd.ru/>
10. В.С. Гончаренко, Т.А. Чечетина, В.И. Сибирко, О.В. Надточий. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информ.-аналитич. сб. П 46 Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 7 с.
11. А.Н. Баратов, А. Я. Корольченко, Г. Н. Кравчук и др. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. изд.: в 2 кн. 1/ - М.: Химия. 257 с.

УДК 614.849

## МОТИВАЦИЯ КАК ФАКТОР ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СОТРУДНИКОВ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ

**Аксенов С.Г.**, доктор экономических наук, кандидат юридических наук, профессор, академик Национальной академии наук пожарной безопасности Российской Федерации.

**Рузиев Ф.Н.**, студент, ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий, РФ, г. Уфа

**Аннотация.** В статье рассматриваются психологические особенности мотивации профессиональной деятельности сотрудников государственной противопожарной службы МЧС России. Анализируется структура профессиональной мотивации, включающая социально-альтруистические, карьерные, материальные и самореализационные компоненты, а также их динамика на разных этапах профессионального пути. Особое внимание уделено влиянию условий службы, организационной культуры, уровня социальной поддержки и личностных качеств на устойчивость мотивации и психологическое состояние сотрудников.

**Ключевые слова:** мотивация, профессиональная деятельность, пожарные, психологические особенности.

## MOTIVATION AS A FACTOR OF PROFESSIONAL STABILITY OF FIRE SERVICE EMPLOYEES

**Aksenov S.G., Ruziev F.N.**

**Abstract.** The article examines the psychological features of motivation of professional activity of employees of the state fire service of the Ministry of Emergency Situations of Russia. The article analyzes the structure of professional motivation, including socio-altruistic, career, material and self-fulfilling components, as well as their dynamics at different stages of the professional path. Special attention is paid to the influence of working conditions, organizational culture, the level of social support and personal qualities on the stability of motivation and the psychological state of employees.

**Keywords:** motivation, professional activity, firefighters, psychological characteristics.

Профессиональная деятельность сотрудников государственной противопожарной службы МЧС России относится к числу наиболее ответственных и психологически нагруженных видов труда. Эта работа требует высокой степени самодисциплины, устойчивости к стрессовым ситуациям, готовности к риску и быстрому принятию решений в условиях повышенной опасности. Именно поэтому понимание психологических особенностей мотивации становится ключевым фактором не только в обеспечении эффективности профессиональной деятельности, но и в сохранении психического здоровья, эмоциональной устойчивости и общей работоспособности личного состава.

Мотивация как внутренний побудительный механизм определяет выбор поведения, направление усилий и степень устойчивости в достижении цели. В контексте профессии пожарного она приобретает специфические черты, связанные с постоянным присутствием угрозы жизни и здоровью, необходимостью преодоления страха и риска, а также с наличием осознанного стремления к выполнению долга. При этом важно отметить, что мотивационная сфера сотрудника противопожарной службы формируется под влиянием множества факторов:

личностных установок, профессиональной подготовки, условий работы, социального окружения и уровня удовлетворённости выполняемой деятельностью.

Одним из доминирующих мотивов, побуждающих к выбору данной профессии, является желание быть полезным обществу, оказывать помощь людям в чрезвычайных ситуациях, участвовать в предотвращении и ликвидации последствий бедствий. Это указывает на значимость социально-альтруистических компонентов в структуре профессиональной мотивации. Однако в процессе длительной профессиональной деятельности эти мотивы могут изменяться под воздействием реальных условий службы, включая частые вызовы в ночные часы, физическое переутомление, травматизм и нередко недостаточную оценку труда со стороны окружающих.

Важное место занимает также мотивация, связанная с самореализацией и чувством профессиональной значимости. Для многих сотрудников важна возможность показать свои знания, навыки и опыт, быть признанным среди коллег, участвовать в сложных и ответственных операциях. Такие мотивы способствуют развитию профессионального мастерства, формированию устойчивого интереса к работе и повышению уровня вовлечённости. Однако если чувство значимости регулярно игнорируется или не находит внешнего отражения, это может привести к снижению мотивации, развитию профессионального выгорания и даже к дестабилизации личностной сферы.

Ещё одной группой мотивов являются те, которые можно отнести к карьерным и материальным. Наличие возможности для профессионального роста, стабильности, социальной защищённости и достойного уровня дохода тоже оказывает влияние на устойчивость профессиональной мотивации. Особенно это актуально в условиях, когда уровень зарплаты не всегда соответствует нагрузке и степени риска, а продвижение по службе ограничено бюрократическими процедурами и не всегда зависит от профессионализма сотрудника. Эти факторы могут снижать уровень внутренней мотивации и усиливать внешнюю зависимость от формальных показателей.

Не менее важным аспектом является роль командного духа и корпоративной среды. Работа в коллективе, где существует взаимопонимание, доверие и поддержка, положительно влияет на мотивацию и психологическое состояние каждого индивида. Наоборот, конфликты, недостаток коммуникации и отсутствие единой цели в коллективе могут становиться источниками дополнительного стресса, что, в свою очередь, отрицательно сказывается на общей эффективности действий в чрезвычайных ситуациях. Поэтому формирование здоровой организационной культуры является важным элементом поддержания высокого уровня мотивации.

Особое значение имеет также соответствие профессиональных установок личности требованиям профессии. Пожарные должны обладать такими качествами, как самообладание, выдержка, ответственность, уверенность в себе и способность быстро принимать решения. Если личностные особенности сотрудника не соответствуют этим требованиям, то даже при наличии внешней мотивации может наблюдаться внутреннее напряжение, ведущее к снижению профессиональной устойчивости и возможному профессиональному выгоранию. По этой причине важным этапом является не только отбор кандидатов на основе профессиональных качеств, но и их психологическая подготовка и сопровождение в течение всей службы.

Для поддержания высокого уровня мотивации необходимо создание условий, которые обеспечивают не только физическую безопасность и комфорт, но и психологическую

защищённость сотрудников. Это включает в себя доступ к психологической помощи, наличие программ профилактики стресса и выгорания, возможность участия в профессиональном обучении и развитие системы поощрений, учитывающей не только официальные результаты, но и личный вклад каждого сотрудника. Без таких мер мотивация может со временем ослабевать, что негативно скажется на общем уровне профессионализма и готовности к действиям в экстремальных условиях.

Также стоит учитывать, что мотивационная структура может меняться в зависимости от возраста, стажа работы и личных обстоятельств. У молодых сотрудников часто преобладают идеалистические установки, стремление к героизму и испытанию своих возможностей, тогда как у более опытных — акцент делается на стабильности, семье, здоровье и возможности передачи опыта. Таким образом, подходы к формированию и поддержанию мотивации должны быть дифференцированными, адаптированными к различным возрастным и профессиональным группам.

Вместе с этим, современные условия требуют постоянного анализа и корректировки систем управления мотивацией в государственной противопожарной службе. Это касается как внутривидовых процессов, так и внешних факторов, влияющих на восприятие профессии обществом. Повышение престижа профессии, улучшение условий службы, модернизация методов обучения и внедрение современных технологий психологического сопровождения — всё это должно быть направлено на укрепление внутренней мотивации и устойчивость к профессиональным трудностям.

Таким образом, психологические особенности мотивации профессиональной деятельности сотрудников государственной противопожарной службы МЧС России представляют собой сложную и многоуровневую систему, зависящую от личностных, профессиональных, социальных и организационных факторов. Их правильное понимание и учёт позволяют не только повысить эффективность работы пожарных, но и обеспечить их психологическую устойчивость, сохранить здоровье и предотвратить выгорание. Только комплексный подход к вопросам мотивации может гарантировать стабильность и надёжность функционирования службы в условиях постоянной готовности к реагированию на чрезвычайные ситуации.

### Библиография

1. Аксенов С.Г., Синагатуллин Ф.К. К вопросу об управлении силами и средствами на пожаре // Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность 2020): Материалы II Международной научно-практической конференции. - Уфа: РИК УГАТУ, 2020. - С. 124-127.
2. Булгаков В.В. Формирование профессиональных умений и навыков, физических и психологических качеств пожарных // Отечественная и зарубежная педагогика. 2019. №3 (60). С. 105-120.
3. Романенко В.И., Безносков Д.С. Мотивация профессиональной деятельности сотрудников государственной противопожарной службы МЧС России // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2011. №1. С. 72-77.
4. Зверев В.Л., Дмитриева О.Б. Психическая готовность выпускников Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы к исполнению служебно-профессиональных обязанностей // Научно-аналитический журнал «Вестник

Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2011. №1. С. 82-88.

5. Ипполитов В.В. Формирование профессиональной готовности специалиста противопожарной службы // Вестник ВИ МВД России. 2011. №1. С. 105-110.

УДК628.511:631.243.32

## **ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЗАПЫЛЁННОСТИ ВОЗДУХА ПРИЕМНОГО ПУНКТА КОМБИКОРМОВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Белова Т.И.**, доктор технических наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии, ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», e-mail: belova911@mail.ru;

**Агашков Е.М.**, кандидат технических наук, доцент кафедры пожарной и техносферной безопасности, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологии и управления имени Г.К. Разумовского (Первый казачий университет)», e-mail: evgenii-agashkov@mail.ru;

**Портнова К.И.**, аспирант кафедры безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии, ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», e-mail: kristinaportnova10@gmail.com;

**Барышева М.Е.**, студент бакалавриата направления подготовки, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологии и управления имени Г.К. Разумовского (Первый казачий университет)», e-mail: mrmrbrshva@gmail.com.

**Аннотация.** Запылённость воздуха приёмного пункта является одной из основных проблем комбикормовых предприятий, решение которой возможно как путём борьбы с выделением пылей, так и с причинами их образования. Образование пыли происходит в результате её выделения из сыпавшего сырья (зерновые и измельчённые материалы). С целью изучения факторов, влияющих на пылеобразование, была разработана конструкция и смонтирована лабораторная установка из одной секции бункера, на которой симитированы процессы по приёмке пшеницы на приёмном пункте: открытие борта кузова автомобиля, опрокидывание кузова в бункер и опорожнение бункера через отверстие в нижней части бункера через шиберную задвижку. Для изменения значений концентрации пыли при приёмке пшеницы производили регулирование площади раскрытия шиберной заслонки от 0,0020 до 0,008 м<sup>2</sup> при фиксированной её открытием и фиксированным отложенным открытием. Площадь открытия влияла на уровень заполнения секции бункера, что приводило к изменению высоты наполнения бункера и воздействовало на процесс пылеобразования. Во всех случаях концентрации пыли в воздухе надбункерного пространства превышали 100 мг/м<sup>3</sup> и достигали значения 263,4 мг/м<sup>3</sup>, что превышает ПДК в воздухе рабочей зоне в 25 и 65,85 раза. Минимальные концентрации пыли были получены при фиксированном отложенном открытии шиберной заслонки на 0,004 м<sup>2</sup> (около 150 мг/м<sup>3</sup>), а максимальные – при фиксированном открытии на 0,008 м<sup>2</sup>. Значения концентраций пылей в процессе приёмки пшеницы с интервалом в 2 с, что позволило более точно установить динамику изменения концентрации пыли, а также выбрать рациональные параметры положения шиберной заслонки, при которых снижается выделение пыли.

**Ключевые слова:** запылённость воздуха, приёмный пункт, бункер, шиберная заслонка, площадь открытия, уровень наполнения бункера.

## SELECTION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS FOR REGULATING THE DUST CONTENT OF THE AIR AT THE RECEIVING POINT OF THE FODDER PRODUCTION FACILITY

**Belova T.I., Agashkov E.M., Portnova K.I., Barysheva M.E.**

**Abstract.** Dust levels in the air at the receiving station are a major problem for feed mills. They can be addressed by both controlling dust emissions and addressing the causes of their formation. Dust is formed as a result of its release from the bulk raw materials (grain and crushed materials). To study the factors influencing dust formation, a laboratory setup consisting of a single-section bin was designed and installed. This setup simulated the processes of receiving wheat at the receiving station: opening the side of a truck bed, tipping the bed into the bin, and emptying the bin through a gate valve at the bottom of the bin. To vary dust concentrations during wheat reception, the bin's opening area was adjusted from 0.0020 to 0.008 m<sup>2</sup>, with both a fixed opening and a fixed delayed opening. The opening area affected the fill level of the bin section, which led to a change in the bin filling height and affected the dust formation process. In all cases, dust concentrations in the air above the bin exceeded 100 mg/m<sup>3</sup> and reached 263.4 mg/m<sup>3</sup>, which exceeds the maximum permissible concentration in the air of the working zone by 25 and 65.85 times. The minimum dust concentrations were obtained with a fixed delayed opening of the slide gate of 0.004 m<sup>2</sup> (approximately 150 mg/m<sup>3</sup>), and the maximum – with a fixed opening of 0.008 m<sup>2</sup>. Dust concentration values during the wheat acceptance process were recorded at 2-second intervals, which made it possible to more accurately determine the dynamics of dust concentration changes, as well as to select rational parameters of the slide gate position that reduce dust emission.

**Keywords:** air dustiness, receiving point, bunker, damper, opening area, bunker filling level.

### 1. Введение

Создание высокопроизводительных предприятий по производству комбикормовой продукции смогло решить проблему обеспечения кормами животноводческие отрасли сельскохозяйственного производства, чего нельзя сказать о создании условий труда работающих, которые испытывают воздействие негативных производственных факторов, а это, в свою очередь, влияет на снижение производительности и качества получаемой продукции.

Современные комбикормовые предприятия оборудованы приемными пунктами, которые обеспечивают разгрузку и транспортировку сыпучих материалов с автомобильного транспорта в зависимости от типа автоприцепа двумя способами: с использованием для выгрузки грузовой платформы и выгружаемой самой машиной. При первом способе осуществляется разгрузка через боковой борт, а при втором – задний борт с последующим подъемом грузовой платформы. Вид сбоку приемного пункта комбикормового производства приведен на рисунке 1.

Операторы приемного пункта выполняют следующую работу: контролируют въезд машины на приемный пункт – устанавливают упоры против скатывания – дают команду на включения горизонтального транспортера – контролируют и помогают открывать борт автоприцепа – включают автомобилеразгрузчик – контролируют и регулируют наклон грузовой платформы – осуществляют ручную очистку оставшегося материала из машины – осуществляют

контроль забивания выпускных отверстий секций приемного бункера и загрузку выгрузного горизонтального транспортера - используют регулировочный пульт площади выпускных отверстий секций бункера - выбирают комки из сыпучего материала - очищают грузовой платформы.

Это говорит о том, что техническое совершенствование комплексов по производству комбикормов не в полной мере учитывают возможное влияние негативных производственных факторов на человека и его условия труда [1-11].

Объект исследования - параметры условий труда операторов при эксплуатации приемных пунктов комбикормового производства.

Цель исследований - выбор рациональных значений площадей истечения из бункера при разгрузке сыпучего материала пшеницы.

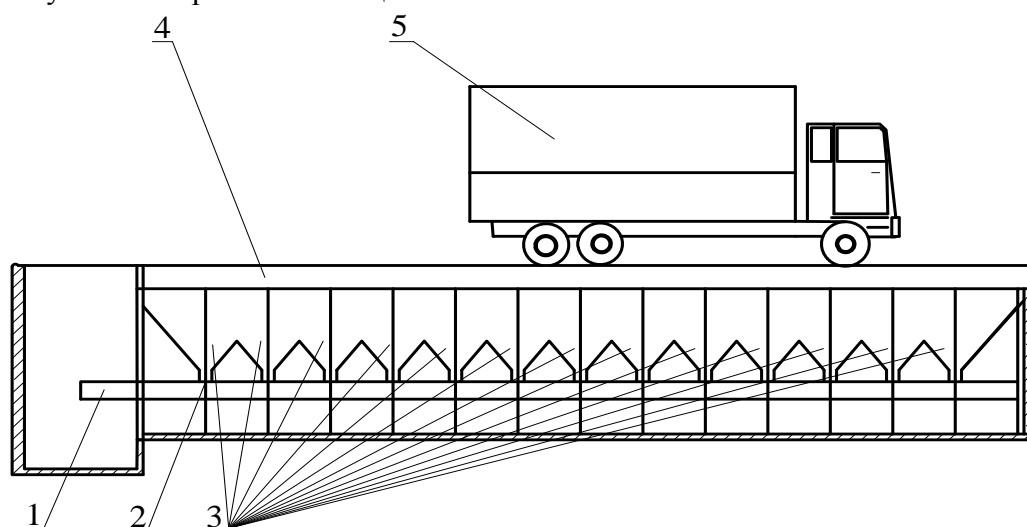


Рисунок 1 - Приемный пункт (вид сбоку): 1- горизонтальный транспортер; 2 - шиберные заслонки; 3 - секции приемного бункера; 4 - грузовая платформа; 5 - грузовой автомобиль

Основными задачами исследований:

1. С использованием экспериментальной лабораторной установки [12] провести исследования по двум схемам испытаний и одному временному интервалу от включения aspirатора до конца разгрузки выгрузного короба.

2. Получить данные по выделению пыли в пылевую камеру экспериментальной лабораторной установки.

2. Получить данные по снижению концентрации пыли за счет выбора рациональных параметров регулирования площади истечения из одной секции бункера.

Материалы и методы

Изучение процесса выгрузки и истечения сыпучего материала пшеницы на приемном пункте комбикормового производства в условиях Брянской области позволили представить концентрацию пыли  $C$  от уровня заполнения секции бункера  $h_{сб}$  и площади открытия  $S_{сб}$  шиберной заслонки в следующем виде

$$C_{I,2} = f \left( \frac{\int_0^t v_{1,2} dt}{h_{сб} \int_0^t f(S_{сб}) dt} \right)$$

где  $v_{1,2}$  – скорость сыпания материала из автоприцепа в бункер на 1,2 - ом этапах.

$h_{сб}$  – уровень заполнения секции бункера, м;

$S_{сб}$  – площадь истечения сыпучего материала из одной секции бункера, м<sup>2</sup>.

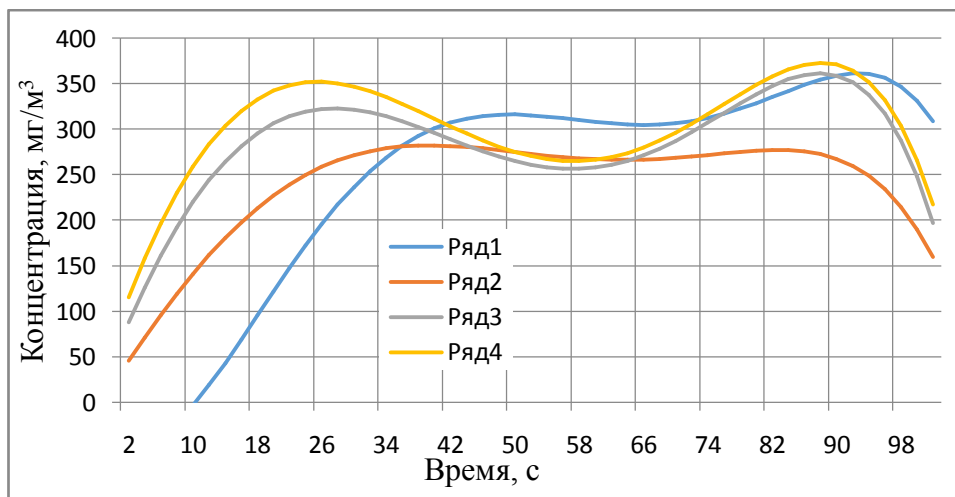
Экспериментальные исследования проводились по двум схемам. Первая схема позволила проводить испытания при условии, что выпускное отверстие секции бункера было с фиксированным открытием шиберных задвижек, при второй схеме выпускные отверстия были предварительно закрыты с фиксированным отложенным открытием шиберных заслонок. В обоих случаях эксперимент проводился по временному интервалу от момента включения прибора определения концентрации пыли до конца разгрузки выгрузного короба.

Результаты определения концентрации пыли (после проведения аппроксимации) при временном интервале от включения прибора определения концентрации пыли до конца разгрузки выгрузного короба приведены на рисунке 2, а-б. При первой схеме эксперимента (рис.2, а) были получены данные при открытии выпускного отверстия бункера от (0,002 – 0,008) см<sup>2</sup>, при второй схеме (рис.2, б) - до (0,002 – 0,008) см<sup>2</sup>.

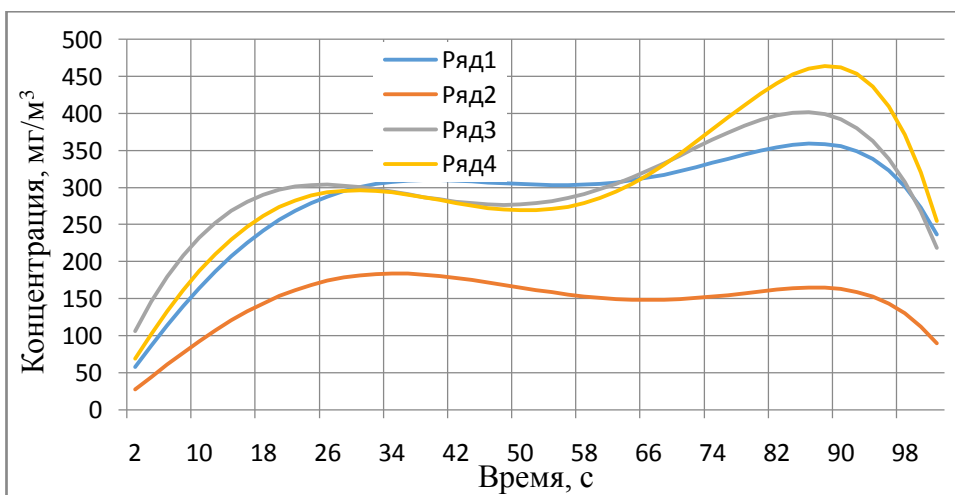
### Обсуждение результатов

На графиках видно, что в моменты открытия короба и его опрокидывания имели место наибольшие значения концентрации пыли, причем по второй схеме процесс нарастания пыли к концу второго временного периода был более значителен. Максимальные значения концентрации пыли были получены при открытии шиберной заслонки на 0,008 см<sup>2</sup> (рис.2, а) и до 0,008 см<sup>2</sup> (рис.2, б), что связано с большей скоростью выгружаемого сыпучего материала. Минимальными значениями концентрации пыли были при открытии шиберной заслонки на 0,004 см<sup>2</sup> (рис.2, а) и до 0,004 см<sup>2</sup> (рис.2, б), около 260 мг/м<sup>3</sup> и 150 мг/м<sup>3</sup>, соответственно. Средними значениями по схемам 1 и 2 были, соответственно, 263,3896 и 255,2416. По первой и второй схемам испытаний прослеживается прямая зависимость: с увеличением площади открытия шиберной заслонки увеличивается скорость истечения сыпучего продукта, исключением составляет фиксированное отложенное открытие шиберных заслонок до 0,004 см<sup>2</sup> (ряд 2). где среднее значение концентрации составляет 144,045 мг/м<sup>3</sup>, что примерно в два раза меньше по отношению к другим вариантам этой схемы. По первой схеме испытаний минимальными значениями были значения концентрации пыли 235,8854 мг/м<sup>3</sup>, также при фиксированном отложенным открытием шиберных заслонок до 0,004 см<sup>2</sup> (ряд 2), что незначительно превышает по отношению к другим вариантам этой схемы.





а)



б)

Рисунок 2 - Экспериментальные аппроксимирующие зависимости концентрации пыли пшеницы процесса разгрузки в одну секцию пирамидального бункера и истечения из него при временном интервале от включения прибора определения концентрации пыли до конца разгрузки выгрузного короба: а - при схеме 1 с фиксированным открытием шиберных заслонок; б - при схеме 2 с фиксированным отложенным открытием  $0,008 \text{ см}^2$ )

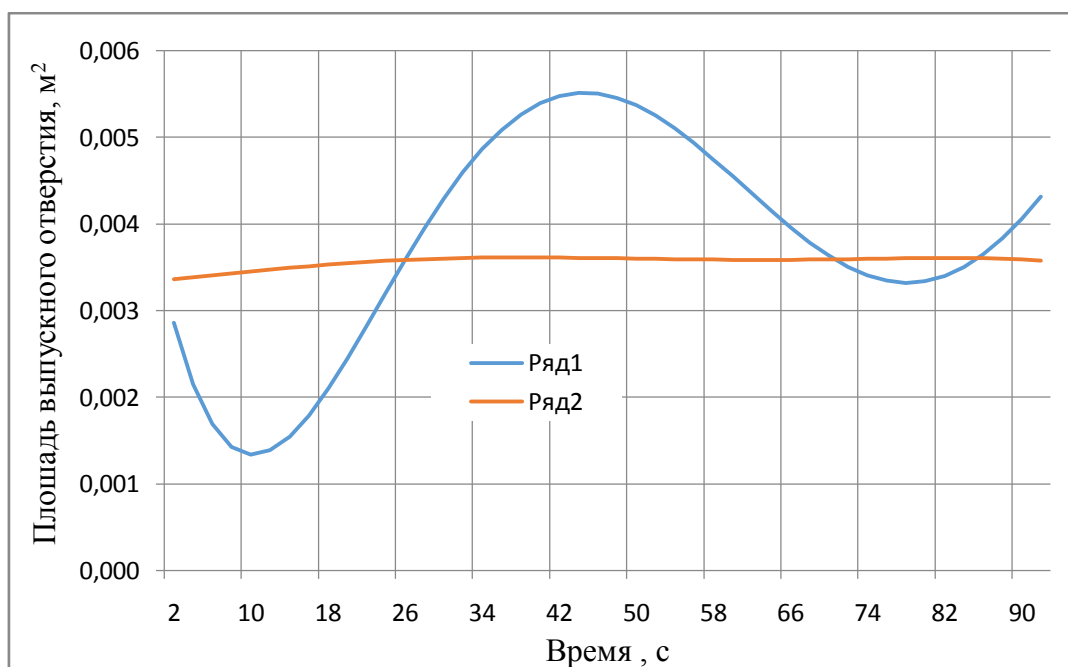


Рисунок 3 - Распределение рациональных значений параметров открытия шиберных заслонок в течение всего времени разгрузки выгрузного короба для обеспечения минимальных значений концентрации пыли: ряд 1 - при схеме 1 с фиксированным открытием шиберных заслонок; ряд 2 - при схеме 2 с фиксированным отложенным открытием шиберных заслонок

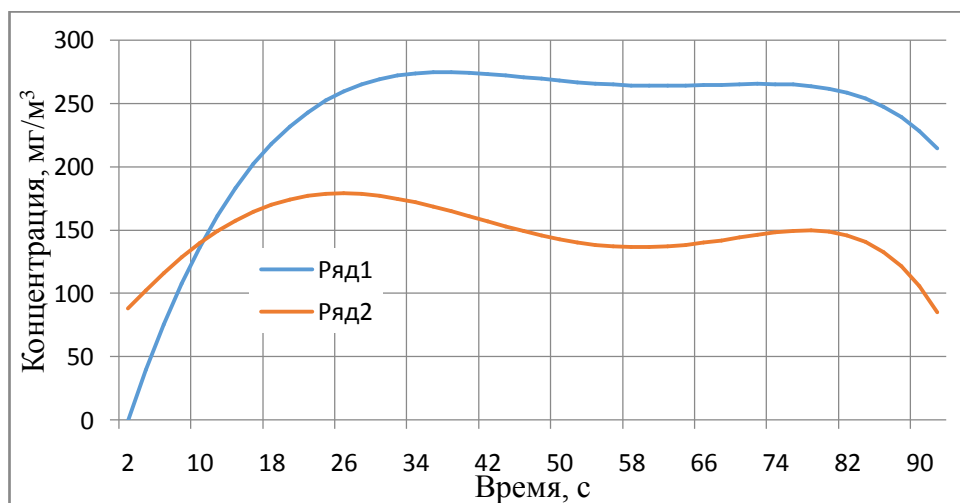


Рисунок 4 – Экспериментально - аналитические аппроксимирующие зависимости концентрации пыли пшеницы процесса разгрузки в одну секцию пирамидального бункера и истечения из него при временном интервале от включения прибора определения концентрации пыли до конца разгрузки выгрузного короба: ряд 1 - при схеме 1 с фиксированным открытием шиберных заслонок; ряд 2 - при схеме 2 с фиксированным отложенным открытием шиберных заслонок

С учетом выбора рациональных параметров открытия шиберных заслонок (рис.3) снижение концентрации пыли достигло по первой схеме с  $263,3896 \text{ мг/м}^3$  до  $234,2653 \text{ мг/м}^3$ , а по второй схеме - с  $255,2416 \text{ мг/м}^3$  до  $146,3259 \text{ мг/м}^3$  (рис.4), что составляет 11,06% и 42,67%, соответственно.

## Заключение

Полученные аппроксимирующие зависимости скорости истечения пшеницы из одной секции бункера показали, что имеют место значительные уровни превышения концентрации пыли, а выбор рациональных параметров открытия шиберных заслонок позволил его уменьшить в среднем на 26,86%.

## Библиография

1. Развитие современных методов защиты, работающих на предприятиях сельскохозяйственной отрасли / С.В.Терехов, Т.И.Белова, Е.М. Агашков и др.Орел: ОГУ им. И.В.Тургенева, 2019.304с.
2. Обоснование повышения безопасности работающих приемных пунктов элеваторов комбикормового производства / С.В.Терехов, Т.И.Белова, Е.М. Агашков и др. // Техносферная безопасность в АПК: сб. материалов Всерос. науч. конф. Орел: Изд-во Орловский ГАУ, 2018.С. 201-210.
3. Снижение опасностей травмирования операторов приемных пунктов элеваторов / Т.И.Белова, Е.М. Агашков, С.В. Терехов и др. //Инновационные пути решения актуальных проблем природопользования и защиты окружающей среды: сб. докл. междунар. науч.-техн. конф. Белгород: БГТУ, 2018.Ч. I. С.26-31.
4. Improvingthetechnologicalreliabilityandsafetyoffeedmillsproduction lines /T.Belova, S.Terekhov, L.Markaryants, E. Agashkov // IOP Conference Series: materials Science and Engineering.International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development" - Construction of Roads, Bridges, Tunnels and Airfields,. 2019. С. 077058.
5. Ensuring the protection of the environment at the combined feed mills/T.I.Belova, E.M. Agashkov, E.G. Chernova, S.V. Terekhov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development" - Construction of Roads, Bridges, Tunnels and Airfields,.2019. С. 077064.
6. .Улучшение условий труда использованием автоматизированных и автоматических систем регулированием параметров воздушной среды и средств индивидуальной защиты / Т.И. Белова, В.И.Гавришук, Е.М.Агашков, В.Е.Бурак // Вестник МАНЭБ.2012.Т. 17, №3.С. 91-94.
7. Классификация систем автоматического удаления вредных веществ из воздуха производственного помещения/Т.И. Белова, Е.М.Агашков, В.Е.Бурак, Д.А.Кравченко // Вестник МАНЭБ. 2010.Т.15, №4.С. 116-118.
8. Снижение запыленности при выгрузке сыпучих материалов / С.В.Терехов, Т.И.Белова, Е.М.Агашков и др. // Сельский механизатор. 2017.№5.С.24-25.
9. Устройство для регулирования подачи сыпучего материала:пат. 2023640 Рос. Федерация: МПК В65D 90/54, А01F 12/60 / Шкрабак В.С., Вергун В.И., Бедарев В.В., Ильященко А.А., Морозов В.А., Елисейкин В.А.; заявитель и патентообладатель Ленинградский с.-х. ин-т; заявл. 27.12.1991; опубл. 30.11.1994.
10. Устройство для блокировки шиберных задвижек бункеров-накопителей зерна:пат. 2027652 Рос. Федерация: МПК В65D 90/54, А01F 12/60 / ШкрабакВ.С., БедаревВ.В.,

ИльященкоА.А., ЕлисейкинВ.А., СеливановаМ.А.; заявитель и патентообладатель Ленинградский с.-х. ин-т; заявл. 02.07.1992; опубл. 27.01.1995.

11. Обеспечение условий труда на приёмных пунктах комбикормовых производств/ Т.И. Белова, Е.М. Агашков, Р.В. Шкрабак, К.И. Портнова, В.С.Шкрабак // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.2025.Т.10.№2.С.51-57.
12. Портнова, К. И. Методы и средства борьбы с запыленностью на комбикормовом производстве / К. И. Портнова, Т. И. Белова, Е. М. Агашков // Безопасный и комфортный город : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Орёл, 23–25 апреля 2025 года. – Орёл: Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, 2025. – С. 87-93.

УДК 006.015.8

## ТЕХНОГЕННЫЕ И ПРИРОДНЫЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2022 -2023 ГОДЫ

**Сакович Н.Е.**, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ. E-mail: nasa2610@mail.ru  
**Христофоров Е.Н.**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ. E-mail: en-x@bk.ru  
**Верезубова Н.А.**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики и цифровых технологий в АПК, ФГБОУ ВО Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К. И. Скрябина. E-mail: nverez@mail.ru

**Аннотация.** В статье приведены общие сведения о Брянской области, населении экономики, сельском хозяйстве и транспорте региона, уделено внимание природным ресурсам области. Приведена статистика чрезвычайных ситуаций происшедших в регионе в 2023 году, выявлены причины и последствия чрезвычайных ситуаций, которые авторами были разделены на техногенные, природные, терроризм. В 2023 году в регионе было зафиксировано увеличение числа чрезвычайных ситуаций на 69% по сравнению с 2022 годом. Особенно значительный рост произошёл в связи со взрывами боеприпасов, вызванными террористической деятельностью вооружённых сил Украины. Среди причин природных чрезвычайных ситуаций можно выделить: высокий уровень воды в период весеннего половодья; выпадение крупного града; активность карстовых процессов; опасные агрометеорологические явления, такие как переувлажнение почвы; природные пожары. В результате исследований было установлено, что на территории Брянского региона произошло 59 чрезвычайных ситуаций, в результате которых пострадали 1751 человек. Были нарушены условия жизнедеятельности 1671 человека, 12 человек погибли, 37 получили ранения. Было спасено 27 человек. Материальный ущерб от чрезвычайных ситуаций в 2023 году составил 187095,48 тыс.рублей.

**Ключевые слова:** регион, население, территория, экономика, окружающая среда природная чрезвычайная ситуация, техногенная чрезвычайная ситуация, терроризм

## MAN-MADE AND NATURAL EMERGENCIES IN THE BRYANSK REGION FOR 2022-2023

**Sakovich N.E., Khristoforov E.N., Verezubova N.A.**

**Annotation.** The article provides general information about the Bryansk region, the population of the economy, agriculture and transport of the region, paying attention to the natural resources of the region. The statistics of emergencies that occurred in the region in 2023 are presented, the causes and consequences of emergencies are identified, which the authors divided into man-made, natural, and terrorism. In 2023, the region recorded a 69% increase in the number of emergencies compared to 2022. A particularly significant increase occurred in connection with the explosions of ammunition caused by the terrorist activities of the armed forces of Ukraine. Among the causes of natural emergencies are: high water levels during the spring flood; large hail precipitation; activity of karst processes; dangerous agrometeorological phenomena such as waterlogging of the soil; wildfires. As a result of the research, it was found that 59 emergencies occurred in the Bryansk region, as a result of which 1,751 people were injured. The living conditions of 1,671 people were disrupted, 12 people died, 37 were injured. 27

people were rescued. Material damage from emergencies in 2023 amounted to 187095.48 thousand rubles.

**Keywords:** region, population, territory, economy, environment, natural emergency, man-made emergency, terrorism

### Введение

Принимаемые государством и регионами меры по предотвращению чрезвычайных ситуаций, их количество и опасность ежегодно остаются достаточно высокими. Для исследования последствий чрезвычайных ситуаций авторами взят Брянский регион, в свое время пострадавший от аварии на Чернобыльской АЭС.

Брянская область, расположенная на Юго-западе России в Центральном федеральном округе, занимает уникальное геополитическое положение, гранича одновременно с Республикой Беларусь и Украиной. Эта географическая особенность наложила отпечаток на историю региона, его экономику и, конечно же, культурное наследие. Площадь области составляет 34 900 м<sup>2</sup>. Протяженность с севера на юг составляет приблизительно 190 километров, а с запада на восток – 270 километров, что обуславливает разнообразие природных условий.

Рельеф области представляет собой преимущественно слабоволнистую равнину, характерную для Восточно-Европейской равнины. Однако, наблюдаются небольшие возвышенности и понижения, формирующие своеобразный микрорельеф, влияющий на распределение почв и растительности. Наиболее выраженные возвышенности находятся на западе и севере области, где высота над уровнем моря достигает 200-250 метров. Вдоль речных долин распространены пойменные низины, периодически подвергающиеся затоплению в период паводков.

Климат Брянской области умеренно-континентальный, характеризующийся достаточно тёплым летом и умеренно холодной зимой. Средняя температура января колеблется около -10°C, но в отдельные годы, под влиянием арктических воздушных масс, может опускаться до -42°C. Летние температуры, как правило, держатся около +21°C, но в отдельные годы возможны жары до +41°C, что связано с вторжением южных воздушных масс из степных регионов Украины. Годовое количество осадков варьируется от 530 до 655 миллиметров, причём наибольшее их количество выпадает в летние месяцы, часто в виде кратковременных, но интенсивных ливней. Это обуславливает периодическое возникновение паводков и подтоплений.

Главная водная артерия Брянской области – река Десна, протекающая по территории региона на протяжении 413 километров. Она играет важную роль в формировании ландшафта, обеспечивает водные ресурсы для населения и промышленности, а также является важным транспортным путем. Кроме Десны, территория области пересекается множеством малых рек и ручьёв, часто образующих живописные долины и поймы. В области насчитывается 21 естественное озеро с общей площадью водного зеркала 472,6 гектара, играющих важную роль в поддержании биоразнообразия региона.

Почвенный покров Брянской области довольно разнообразен. На севере и западе преобладают дерново-подзолистые почвы (43,4%), формирующиеся под влиянием хвойных лесов и характеризующиеся низким плодородием. На востоке и юге распространены серые лесные почвы, более плодородные, благоприятные для развития земледелия. Наличие различных типов почв обуславливает разнообразие растительного мира и сельскохозяйственного использования территории.

Леса занимают примерно четверть территории Брянской области (1 234 000 гектаров), представляя собой важный природный ресурс. Лесной массив региона богат видовым разнообразием, включая около 80 видов деревьев и кустарников.

В настоящее время на территории области проживает 1268771 человек. Из которых 96,7% - русских, 1,1% - украинцев, 0,4% - белорусов, 1,8% - граждан других национальностей. Количество мужчин равно - 44%, 56% - женщин. Среди проживающего населения 60% работают, 29% - пенсионеры, 6% - числятся в ранге безработных числятся.

Брянская область – регион с динамично развивающейся экономикой, характеризующийся многообразием промышленных и сельскохозяйственных секторов. Несмотря на определенные вызовы, связанные с геополитической ситуацией и глобальными экономическими трендами, регион демонстрирует устойчивость и стремление к диверсификации своей экономики. Приоритетными отраслями остаются машиностроение, радиоэлектроника, металлообработка, лесопереработка и пищевая промышленность, но наблюдается активное развитие и других, перспективных направлений, таких как возобновляемые источники энергии и IT-технологии.

Рассмотрим подробнее ключевые отрасли. Машиностроение представлено такими гигантами, как ЗАО «Брянский машиностроительный завод» (БМЗ), производящий не только локомотивы, грузовые вагоны и судовые двигатели, но и специализированную технику для железнодорожной инфраструктуры, а также компоненты для других отраслей машиностроения. Модернизация производства БМЗ, осуществляемая в последние годы, позволила предприятию повысить производительность и расширить экспортные возможности. ОАО «Брянсксельмаш» специализируется на производстве сельскохозяйственной техники, включая не только зерно- и кормоуборочные комбайны, но и современные тракторы, сеялки и другие агрегаты, востребованные как в Брянской области, так и в других регионах России. ЗАО «Брянский арсенал», помимо дорожных машин, участвует в производстве оборонной продукции, что вносит значительный вклад в экономику региона. ЗАО «Группа Кремний – ЭЛ» является одним из ведущих производителей полупроводниковых приборов в России, обеспечивая спрос внутри страны и экспортируя свою продукцию за рубеж. Крупнейший в России и Европе производитель цемента – ЗАО «Мальцовский портландцемент» – является значимым игроком на строительном рынке, поставляя свою продукцию на масштабные строительные проекты по всей стране. Важно отметить, что помимо перечисленных, в Брянской области функционирует множество средних и малых предприятий, вносящих существенный вклад в общее экономическое развитие.

Сельское хозяйство Брянской области демонстрирует высокую продуктивность для Центрального федерального округа. Регион занимает лидирующие позиции в России по производству картофеля, а также выращивает значительные объемы зерновых культур (пшеница, рожь, ячмень, овес), технических культур (сахарная свекла, подсолнечник), кормовых культур, овощей и фруктов. Развитие молочного и мясного животноводства, птицеводства, свиноводства и пчеловодства обеспечивает высокий уровень производства продуктов питания. Данные за 2023 год, указывающие на общий объем сельскохозяйственной продукции в 99,9 миллиардов рублей (46 миллиардов – растениеводство, 53,8 миллиарда – животноводство), подтверждают высокий потенциал аграрного сектора Брянской области.

Развитая железнодорожная инфраструктура является важным фактором экономического роста Брянской области. Общая протяженность железнодорожных путей составляет 1132

километра, а густота сети – 32,5 километра на тысячу квадратных километров. Высокий уровень электрификации железнодорожных путей обеспечивает эффективную и быструю транспортировку грузов и пассажиров. Железнодорожный транспорт играет ключевую роль в перевозке сельскохозяйственной продукции, промышленных товаров и обеспечивает связь региона с другими частями России и соседними странами. Однако, необходимо отметить необходимость дальнейшего модернизации железнодорожной инфраструктуры, чтобы соответствовать современным требованиям и обеспечивать безопасность и эффективность перевозок. Внедрение новых технологий, таких как систематизация управления потоками грузов, автоматизация и цифровизация железнодорожных процессов, позволят повысить эффективность и конкурентность транспортной системы региона.

Через регион проходят две Федеральные автомобильные трассы в республику Беларусь и Украину. Областной центр, районные центры и населенные пункты связаны между собой автомобильными дорогами с асфальтным покрытием.

Большинство населения Брянского региона проживает в городах, самым крупным центром является г. Брянск, в котором проживает около 400 тысяч человек, Брянск является крупным экономическим и культурным центром области.

Брянская область отличается своим разнообразием равнинных и родниковых зон, рек, озер, леса которых обитают множество редких видов растений, обитает множество животных.

Брянская область расположена в западной части Центральной Федерального округа России, является регионом с богатым историческим наследием.

Исходя из вышеизложенного, возникающие чрезвычайные ситуации наносят региону существенный ущерб жизнедеятельности населения, экономике, окружающей среде.

#### Материалы и методы

За период 2022-2023 годы на территории Брянской области зарегистрировано 59 чрезвычайных ситуаций (ЧС), общие сведения о которых изображены на рисунке 1.

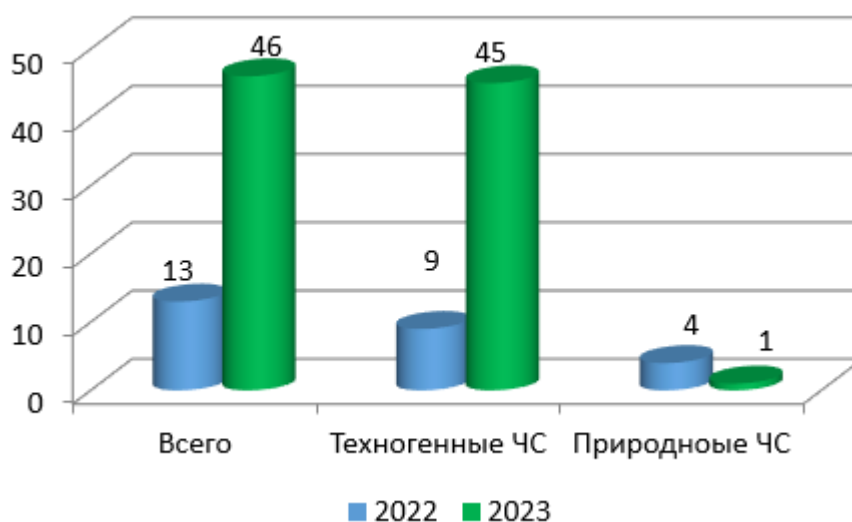


Рисунок 1. Сведения о чрезвычайных ситуациях за 2022-2023 годы

Последствия чрезвычайных ситуаций в 2022-2023 годах приведены в таблице 1.



Таблица 1. Последствия чрезвычайных ситуаций

Год	Число пострадавших, чел	Погибло, чел	Ранено, чел	Нарушены условия жизнедеятельности (ЖД), чел	Спасено, чел.
2022	814	1	16	787	15
2023	937	11	21	884	12

Причинами чрезвычайных ситуаций в Брянском регионе стали:

1. Природные чрезвычайные ситуации:

- наличие высокого уровня воды в период весеннего половодья;
- выпадение крупного града;
- активность карстовых процессов;
- опасные агрометеорологические явления (переувлажнение почвы);
- природные пожары;
- высокий уровень половодья.

Последствия чрезвычайные ситуации природного характера в регионе приведены в таблице 2.

Таблица 2. Последствия чрезвычайные ситуации природного характера

Год	Число пострадавших, чел	Погибло, чел	Ранено, чел	Нарушено условия жизнедеятельности	Спасено, чел.
2022	682(79 детей)	-	-	682	1
2023	716 (128 детей)	-		716	

2. Техногенные чрезвычайные ситуации на территории Брянской области за 2022-2023 годы.

- техногенные пожары;
- боеприпасы времен Великой отечественной войны;
- разлив нефтепродуктов;
- взрыв и частичное разрушение четырех квартир жилого дома в городе Брянске.
- террористическая деятельность вооруженных формирований Украины в отношении населенных пунктов региона взрывы взрывоопасных предметов).

Результаты и их обсуждение

Большой вред Брянской области наносят природные ЧС. Результаты исследования природных чрезвычайные ситуации представлены в таблице 3

Таблица 3. Сведения и последствия чрезвычайных ситуаций природного характера [1]

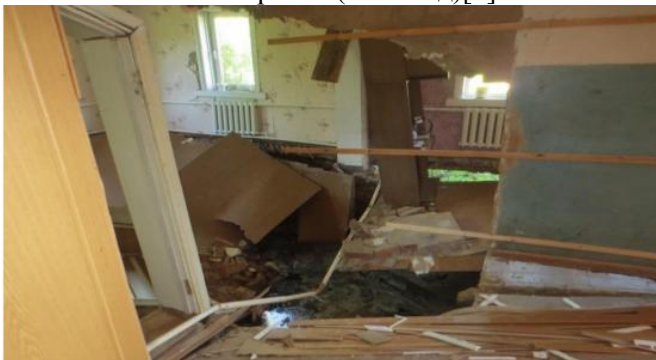
Дата	Последствия	Пострадало	Нарушено ЖД, чел.
апрель 2022	высокие уровни воды в период половодья в р. Десна и р. Болва. Затоплено 238 жилых домов, 467 приусадебных участков.	302 (9 детей)	302
июнь 2022	выпадение крупного града повреждены 35 частных домов, 1 ДК, 6 транспортных средств, гибель сельскохозяйственных культур на площади более 450 га.	371 (68 детей),	371
октябрь-ноябрь 2022	переувлажнение почвы в агропромышленном комплексе, в связи с неблагоприятными погодными условиями, характеризующимися обильными осадками в виде дождя	Пострадавших нет.	нет
июнь-июль 2022	активность карстового процесса в г. Новозыбков. В образовавшуюся яму глубиной 2-3 м обрушился частный жилой дом.	9 (2 ребенка)	9 (2 ребенка)
апрель 2023	высокий уровень воды в период весеннего половодья на территориях ГО Брянск, Сельцо и 6 районов Брянской области (850 домовладений, более 3000 садовых участков)	716 (128 ребенка)	716 (128 ребенка)



ЧС природного характера, связанная с высокими уровнями воды в период половодья в г. о. Брянск (2023 год)[1]



ЧС природного характера, связанная с выпадением крупного града в Погарском районе (2022 год)



ЧС природного характера, связанная с активностью карстового процесса в Новозыбковском городском округе (2022 год)



Карстово-суффозионный процесс, Новозыбковский ГО, (2022 год)



Процесс овражной эрозии,  
г. Брянск (2022 год)



Оползневой процесс,  
г. Трубчевск (2022 год)

Результаты исследования техногенных чрезвычайных ситуаций представлены в таблице 4.

Таблица 4. Сведения и последствия чрезвычайных ситуаций техногенного характера

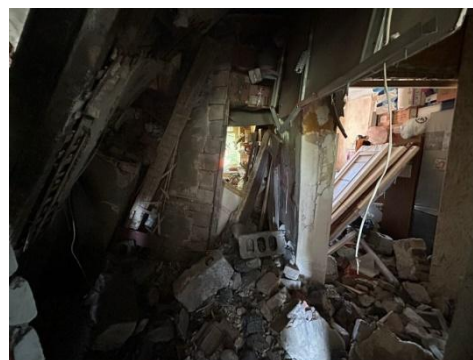
Дата	Последствия	Пострадало, чел.	Нарушена ЖД, чел.
июнь 2022	обнаружение авиационных бомб времен ВОВ в количестве 2 единиц (по 10 кг каждая) в пойме р. Десна	Пострадавших нет	нет
январь-февраль 2023	Разлив нефтепродуктов при транспортировке	1 (детей нет)	1 (детей нет)
июнь-июль 2023	Взрыв бытового газа и разрушения в зданиях, предназначенных для постоянного проживания людей	32 человека (4 ребенка)	32 человека (4 ребенка)



Изъятие и обезвреживание авиабомб в пойме р. Десна  
(2022 год)



Разлив дизельного топлива при  
транспортировке на сухопутную часть,  
Выгоничский район (2023 год)



Взрыв газа и частичное разрушение в четырех  
квартирах 15-квартирного жилого дома, г.  
Брянск (2023 год)



Результаты исследования техногенных чрезвычайных ситуаций, связанных с терроризмом в таблице 5.

Таблица 5 – Сведения и последствия ЧС техногенного характера

Дата	Последствия	Пострадало, чел.	Нарушена ЖД, чел.
апрель 2022, март 2023, июль 2023, август 2023, сентябрь 2023	взрыв взрывоопасных предметов Климовский район (р.п. Климово, с. Сушаны, н.п. Бровичи, н.п. Новый Ропск, С. Каменский Хутор)	126 человек (15 детей), погибли 5 чел.	106 человек (14 детей).
июнь 2022, август 2022, сентябрь 2022, апрель 2023, март 2023, август – декабрь 2023	взрыв взрывоопасных предметов Погарский район (н.п. Случевск, н.п. кистер, с. Запесочье, с. Чаусы, с. Сопычи)	43 человека (3 ребенка) Погибли 3 человека, в т.ч. 1 ребенок	36 человек (2 ребенка)
июнь 2022	взрыв взрывоопасных предметов г. Клинцы, повреждены 45 домовладений	6 человек (1 ребенок)	спасено 6 человек (1 ребенок)
июнь 2022, февраль 2023, апрель 2023, июнь-октябрь 2023, декабрь 2023	взрыв взрывоопасных предметов Суземский район (пос. Суземка, н.п. зерново, с. Новая Погощь, п. Алес)	89 человек (2 ребенка)	73 человека (2 ребенка)
октябрь 2022, ноябрь 2022, июль 2023, август 2023	взрывы взрывоопасных предметов Трубчевский район (н.п. белая Березка)	19 человек (1 ребенок)	13 человека (3 ребенка)
февраль 2023, март 2023, июль 2023, сентябрь 2023, декабрь 2023	взрывы взрывоопасных предметов Стародубский район (с. Ломаковка, с. Демьянки, с. Курковичи)	28 человек (детей нет)	28 человек (детей нет)
июль 2023	взрывы взрывоопасных предметов Брянский район (с. Теменечи, ГО Брянск)	38 человек (4 ребенка)	36 человек (4 ребенка)



ЧС техногенного характера, связанная с взрывами взрывоопасных предметов в Суземском районе



ЧС техногенного характера, связанная с взрывами взрывоопасных предметов в Климовском районе

Последствиями действий террористического характера являются разрушения жилых дома и хозяйственных построек, нежилых построек, повреждения автотранспортных средств, линий электропередач, нарушение водоснабжения.

Разрушены производственные объекты на территории АО «Консервсушпрод», ООО «Колхозник», ИП КФХ «Пашутко В.Н.»

#### Выводы

1. Исследования показали, что на территории Брянской области за анализируемый период произошло 59 чрезвычайных ситуаций, что в 14 раз превышает показатели 2021 года (4 ЧС). Наибольшее увеличение числа ЧС связано с действиями украинских вооруженных сил, что увеличилось в 8 раз по сравнению с 2021 годом (1 ЧС).

2. Установлено, что в результате ЧС пострадали 1751 человек, среди которых 95 детей. Условия жизнедеятельности были нарушены у 1671 человека, включая 95 несовершеннолетних. В результате происшествий погибли 12 людей, из них 1 ребенок, 37 человек получили ранения, а 27 были спасены.

3. Прямой материальный ущерб от ЧС составил 187095,48 тысяч рублей, причем основная доля ущерба пришлась на случаи, связанные с терроризмом.

#### Библиография

1. Годовой доклад об экологической ситуации в брянской области в 2022 г. «Природные ресурсы и окружающая среда Брянской области». URL: [https://kpl32.ru/in\\_doc/20230712\\_50638\\_gos.doklad,\\_prir.\\_resursi\\_i\\_okur\\_sreda,\\_2023.pdf](https://kpl32.ru/in_doc/20230712_50638_gos.doklad,_prir._resursi_i_okur_sreda,_2023.pdf). (дата обращения: 21.06.2024)
2. Краснова О. В Брянске в бежицком районе на берегу Десны обнаружили две авиабомбы // Брянск today. 07.06.2022. URL: <https://bryansktoday.ru/article/186801>. (дата обращения: 21.06.2024)
3. Sakovich N.E., Khristoforov E.N., Nikitin A.M., Kuznetsov A.A., Shilin A.S. On the condition of the environment in the Bryansk region // В сборнике: Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. International Scientific and Practical Conference. London, 2022. С. 012183.
4. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2020: Стат. сб. / Росстат. – М., 2020. – 766 с. (электронный ресурс. – режим доступа: URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Reg\\_sub20.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Reg_sub20.pdf))
5. Цублова Е.Г., Лукашов С.В. Природные ресурсы и окружающая среда Брянской области. Годовой доклад о состоянии и окружающей среды в Брянской области в 2020 г/ Е.Г. Цублова, С.В. Лукашов. – изд – во ФГБОУ ВО Брянский ГУ им. акад. Г.И. Петровского, 2021. – 251 с. электронный ресурс. – режим доступа: URL: [https://kpl32.ru/in\\_doc/20210616\\_21856\\_gosdoklad\\_2020.pdf](https://kpl32.ru/in_doc/20210616_21856_gosdoklad_2020.pdf))
6. Левкина Г.В., Лушевич А.А. Годовой доклад о состоянии окружающей среды в Брянской области в 2022 г/ Г.В. Левкина, А.А. Лушевич. – департамент природных ресурсов и экологии Брянской области, 2023. – 205 с.
7. Pogonyshev, V.A., Torikov, V.E., Mokshin, I.A., Pogonysheva, D.A./ Resource Economy in Agriculture // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 723(3), 032035
8. Белоус Н.М., Прудников П.В., Щеглов А.М., Смольский Е.В., Белоус И.Н., Силаев А.Л. Вероятность получения молока и кормов, не соответствующих допустимым уровням содержания <sup>137</sup>CS на территории юго-запада Брянской области в отдалённый период после аварии на Чернобыльской АЭС // Радиация и риск (Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра). 2019. Т. 28. № 3. С. 36-46.

УДК 614.8.084: 631.243.24

## СНИЖЕНИЕ ТРАВМООПАСНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПРИЕМНЫХ ПУНКТАХ КОМБИКОРМОВОГО ПРОИЗВОДСТВ

**Белова Т.И.**, доктор технических наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии, ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет». E-mail: belova911@mail.ru

**Агашков Е.М.**, кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной безопасности, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С.Тургенева»., E-mail: evgenii-agashkov@mail.ru,

**Портнова К.И.**, аспирант кафедры безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии, ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет». E-mail: kristinaportnova10@gmail.com)

**Аннотация.** Вероятность травмирования и заболеваний работников приемных пунктов зависит от соблюдения требований охраны труда и технологической дисциплины. Разработанная экспериментальная лабораторная установка в виде одной секции производственного бункера приемного пункта комбикормового производства позволила провести исследования по первому этапу - определение зависимости расхода пшеницы при различной площади выпускных отверстий, начальной наполненности бункера, выполненной с ручным управлением заслонкой; второму - получение зависимости равномерного расхода от площади выпускных отверстий при начальной наполненности бункера; третьему - выбор и подтверждение данных рациональных значений площадей выгрузных отверстий, при которых будет обеспечен равномерный процесс выгрузки сыпучего материала. По результатам первого и третьего этапов приведены, соответственно, графические зависимости расхода пшеницы при площади выпускного отверстия бункера  $0,002 \text{ м}^2$ ;  $0,004 \text{ м}^2$ ;  $0,006 \text{ м}^2$ ;  $0,008 \text{ м}^2$  с объемом в бункере  $0,03 \text{ м}^3$ ;  $0,04 \text{ м}^3$ ;  $0,05 \text{ м}^3$  и распределение значений площадей выпускных отверстий в течение всего времени опорожнения выгрузного бункера для обеспечения заданного равномерного расхода пшеницы. По итогам первого этапа временной интервал во всех случаях процесса опустошения секции бункера разделился на периоды снижения значений расхода пшеницы относительно начального момента, постепенного увеличения значений расхода и значительного снижения данных до  $(0,327 - 1,574) \text{ кг/с}$ . При начальной наполненности бункера  $0,03 \text{ м}^3$ ,  $0,04 \text{ м}^3$  и  $0,05 \text{ м}^3$  зависимостей площади выпускных отверстий от времени с момента начала опустошения бункера до его полного опорожнения для обеспечения равномерного расхода пшеницы, полученные при втором и третьем этапах исследований, имеют расхождения значений на всех трех стадиях процесса высыпания. Использование системы автоматизированного регулирования процесса истечения зернового материала из выпускных отверстий бункера позволит снизить вероятность травмирования и заболеваний операторов приемных пунктов элеваторов в 1,64 раза.

**Ключевые слова:** травмирование, заболевание, равномерный расход, объем наполнения бункера, площадь выпускного отверстия.

**REDUCING INJURY-PRONE SITUATIONS AT FEED MILL RECEIVING POINTS****Belova T.I., Agashkov E.M., Portnova K.I.**

**Abstract.** The likelihood of injuries and illnesses among employees at reception centers depends on compliance with occupational safety and technological discipline. The developed experimental laboratory installation in the form of one section of a production hopper at a feed production receiving point made it possible to conduct research at the first stage - to determine the dependence of the flow rate of wheat on the area of the outlet openings, the initial filling of the hopper, which was made with a manually controlled flap; at the second stage - to obtain the dependence of the uniform flow rate on the area of the outlet openings at the initial filling of the hopper; at the third stage - to select and confirm the rational values of the areas of the discharge openings, which will ensure a uniform process of unloading the loose material. The results of the first and third stages are presented in the form of graphical dependencies of the wheat flow rate at an outlet area of  $0.002 \text{ m}^2$ ;  $0.004 \text{ m}^2$ ;  $0.006 \text{ m}^2$ ;  $0.008 \text{ m}^2$  with a volume in the hopper.  $0.03 \text{ m}^3$ ;  $0.04 \text{ m}^3$ ;  $0.05 \text{ m}^3$  and the distribution of the outlet area values during the entire emptying time of the discharge hopper to ensure a given uniform flow of wheat. According to the results of the first stage, the time interval in all cases of the emptying process of the hopper section was divided into periods of a decrease in wheat consumption values relative to the initial moment, a gradual increase in consumption values and a significant decrease in data to  $(0.327 - 1.574) \text{ kg/s}$ . When the initial filling of the hopper is  $0.03 \text{ m}^3$ ,  $0.04 \text{ m}^3$  and  $0.05 \text{ m}^3$ , the dependences of the area of the outlet openings on the time from the moment the emptying of the hopper begins to its complete emptying to ensure uniform consumption of wheat, obtained during the second and third stages of the research, have discrepancies in values at all three stages of the precipitation process. The use of an automated control system for the flow of grain material from the hopper outlets will reduce the likelihood of injury and illness.

**Keywords:** injury, disease, uniform flow rate, hopper filling volume, outlet area

**Введение**

Тенденция ежегодного увеличения производства комбикормов требует незамедлительных мер по созданию более производительных приемных пунктов элеваторов, оснащенных средствами аспирации, герметизации, автоматизации, а также – обеспечить безопасные условия труда работников отрасли. Надежная эксплуатация приемных пунктов элеваторов зависит от соблюдения технологии производства и режимов работы оборудования, что является основой для минимизации травмоопасных ситуаций, которые являются причинами выхода из строя оборудования и неблагоприятных условий труда. Ситуация усугубляется влиянием факторов запыленности воздуха рабочей зоны надбункерного пространства, тяжести и напряженности труда из-за необходимости визуального контроля и проведения регулировочных работ [1-5].

При этом приёмные пункты функционируют в условиях неравномерного поступления сырья из-за непостоянства его доставки и различного объёма кузовов транспортных средств, что в дальнейшем может приводить к перегрузам технологического оборудования, в результате чего либо снижается его ресурс, либо создаётся аварийная ситуация, связанная с выходом из строя в условиях наполненного бункера. Проведение аварийных ремонтных работ связано с работой в подбункерном пространстве при высоких концентрациях пыли и неудобной фиксированной позе работающего.

Технические средства, направленные на снижение воздействия вредных факторов, устанавливаются на приёмных пунктах, но по-прежнему у работающих приёмных пунктов условия труда остаются вредными, т.к. концентрации пыли высокие, а устройства подачи сырья из приёмного бункера на транспортёр либо обеспечивают недостаточную подачу для сохранения оборудования, либо избыточную, что в итоге приводит к созданию аварийных ситуаций. Это всё требует дальнейшего проведения работ по снижению уровней опасностей и воздействия вредных факторов [6-10].

Объект исследования – параметры безопасности труда операторов при выгрузке пшеницы из транспортного средства и бункера приёмного пункта элеватора на перерабатывающее оборудование комбикормового производства.

Цель исследований – снижение травмирования и заболеваний операторов на приёмных пунктах элеваторов комбикормового производства.

Основными задачами исследований:

1. Обосновать необходимость создания условий эксплуатации производственного оборудования и безопасности труда обслуживающего персонала в надбункерном пространстве приёмного устройства элеватора комбикормового производства.
2. Создать экспериментальную лабораторную установку, провести исследования по трём этапам и получить данные для автоматического регулирования процесса истечения пшеницы из транспортного средства и пирамидального бункера.
3. Создать условия для проведения экспериментальных исследований по снижению пылевыделения в надбункерное пространство за счёт установления регулировочных режимов площади выпускных отверстий бункера приёмного устройства.

#### Материалы и методы

Вероятность травмирования и заболеваний  $P_{тз}$  работающих при обслуживании приёмных пунктов будет зависеть от соответствия фактической нагрузки на конвейер номинальной, выбора рациональных значений площадей выпускных отверстий выгрузного бункера, физических, психофизиологических пылевых перегрузок на работающих и времени эксплуатации конвейера.

$$P_{тз} = (Q_{выг}, \lambda, Q_{ном}) f[F_o, t] \rightarrow \min; Q_{наг} \rightarrow Q_{ном}, F_o \rightarrow F_{рац}.$$

где  $Q_{выг}$  – количества выгружаемого сырья, т/ч;

$\lambda$  – интенсивность отказа при номинальной нагрузке  $Q_{ном}$ :  $\lambda = 1/T$ ;

$F_o$  – площадь выпускного отверстия, м<sup>2</sup>;

$t$  – время работы конвейера с момента первого запуска;

$Q_{наг}$  – фактическая нагрузка на приёмном конвейере, т/ч;

$Q_{ном}$  – паспортная номинальная нагрузка на приёмном конвейере, т/ч;

$F_{рац}$  – площадь выпускного отверстия, м<sup>2</sup> (для обеспечения паспортной номинальной нагрузки  $Q_{ном}$ ).

Исследования проводились по трём этапам на экспериментальной лабораторной установке, выполненной в виде секции подобной производственному пирамидальному бункеру приёмного пункта комбикормового предприятия.

Результаты определения зависимости расхода пшеницы при различной площади выпускных отверстий, начальной наполненности бункера, выполненной с ручным управлением заслонкой приведены на рисунке 1, а-г).



На втором этапе исследований получены зависимости расхода сыпучего материала от значений площадей выпускных отверстий за весь период опустошения выгрузного бункера, затем были получены средние данные равномерного расхода пшеницы исходя из порций процесса опустошения начальной наполненности  $0,03\text{ м}^3$ ,  $0,04\text{ м}^3$ ,  $0,05\text{ м}^3$ . Задаваясь определенными значениями равномерного расхода пшеницы при начальной наполненности, получали, соответственно, значения площадей выпускных отверстий в течение всего времени опустошения выгрузного бункера [11].

Третий этап экспериментальных исследований связан с выбором и подтверждением данных рациональных значений площадей выгрузных отверстий, при которых будет обеспечен равномерный процесс выгрузки сыпучего материала. Получены зависимости расхода сыпучего материала от значений площадей выгрузных отверстий за весь период опустошения выгрузного бункера, после чего были получены средние значения равномерного расхода пшеницы исходя из порций процесса опустошения при начальной наполненности  $0,03\text{ м}^3$ ,  $0,04\text{ м}^3$ ,  $0,05\text{ м}^3$ , с использованием табличных данных, после чего подбирали значения площадей им соответствующие (рисунок 2, а-б).

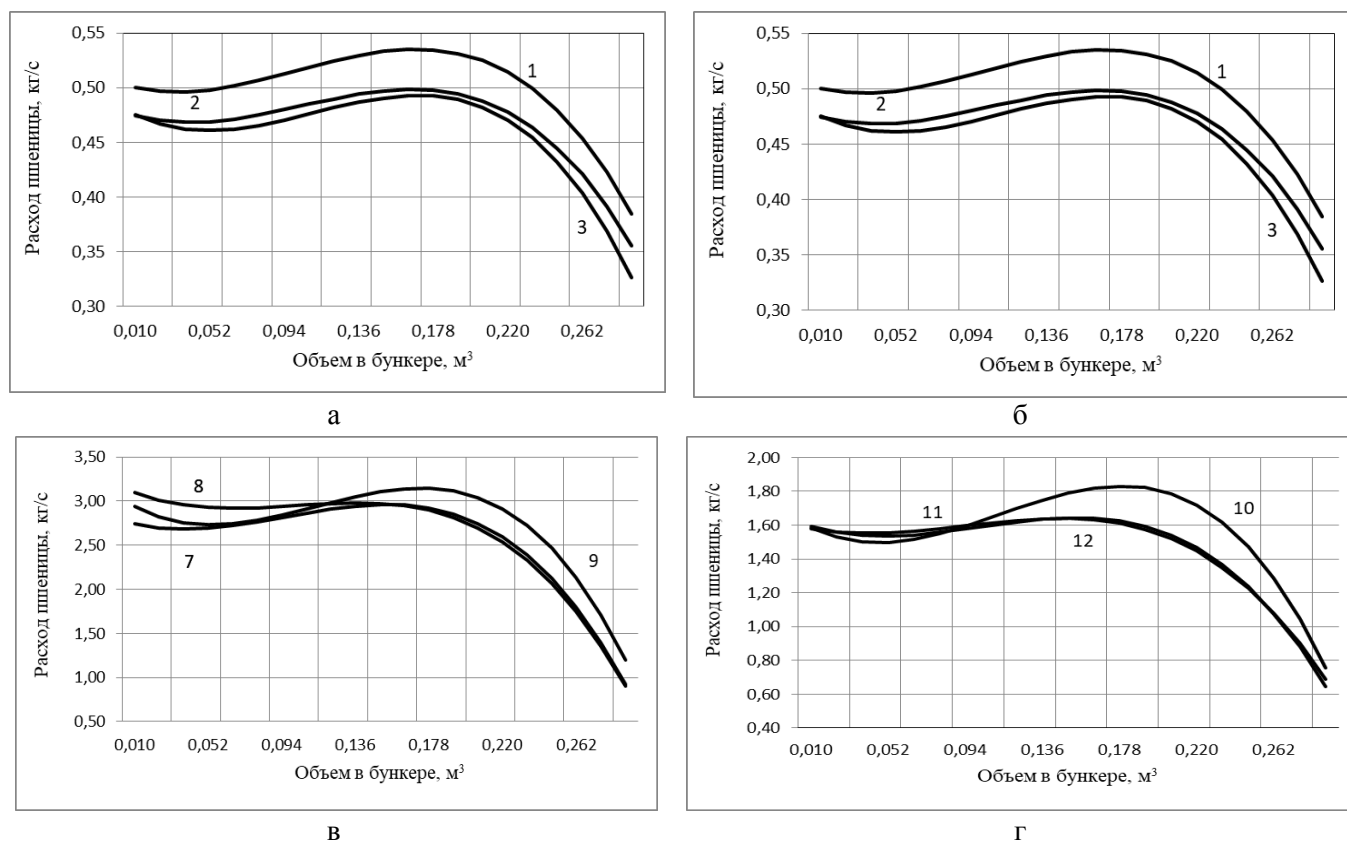
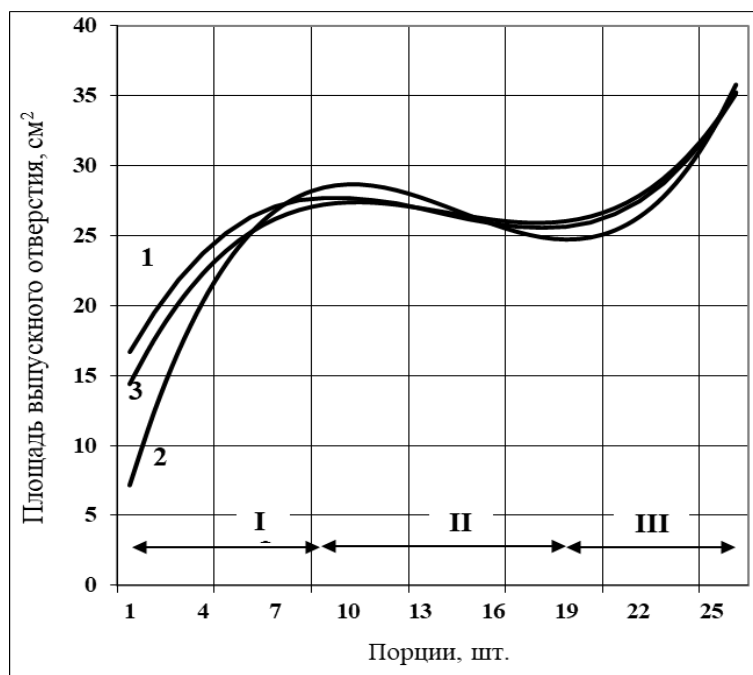
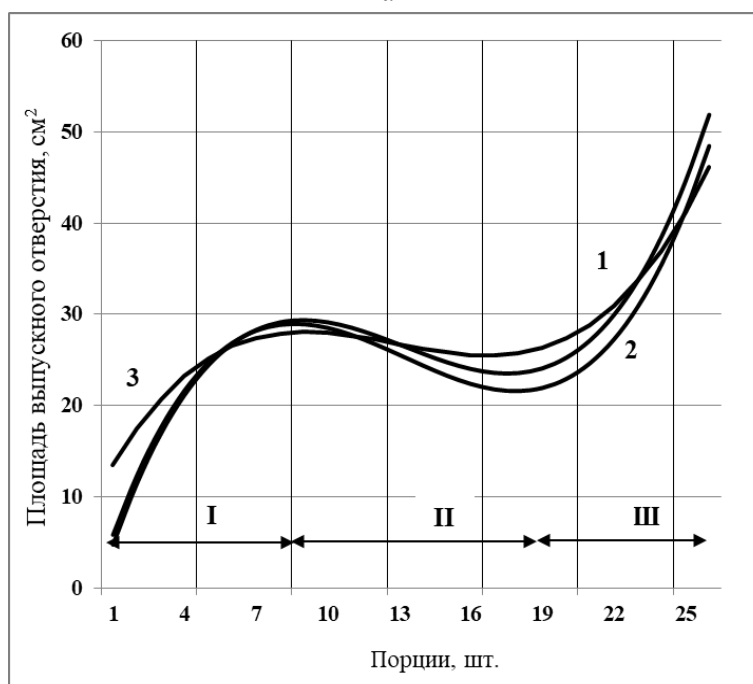


Рисунок 1 – Экспериментальные зависимости расхода пшеницы при площади выпускного отверстия бункера  $0,002\text{ м}^2$  (а);  $0,004\text{ м}^2$  (б);  $0,006\text{ м}^2$  (в);  $0,008\text{ м}^2$  (г) и объеме в бункере  $0,03\text{ м}^3$  (1,4,7,10);  $0,04\text{ м}^3$  (2,5,8,11);  $0,05\text{ м}^3$  (3,6,9,12)



а



б

Рисунок 2 - Распределение значений площадей выпускных отверстий в течение всего времени опорожнения выгрузного бункера для обеспечения заданного равномерного расхода сыпучего материала: 1,2,3 - наполненности бункера, соответственно,  $0,03\text{м}^3$ ;  $0,04\text{м}^3$ ;  $0,05\text{м}^3$ ; I, II, III- стадии процесса истечения; а - зависимости второго этапа; б - зависимости третьего этапа

### Обсуждение результатов

Значения расхода пшеницы (рис.1, а-г) возрастают по мере увеличения площади выпускных отверстий и объема продукта в бункере. Временной интервал во всех случаях процесса опустошения секции бункера разделился на три периода: первый период – снижение значений расхода пшеницы относительно начального момента (несколько больше - для

площадей открытия выпускных отверстий  $0,006\text{ м}^2$  и  $0,008\text{ м}^2$  (3, 4, 7, 8, 10 и 12), на который приходится примерно 25% всего периода опустошения бункера; второй период – постепенное увеличение значений расхода и третий период – достаточно значительное снижение данных до  $(0,327 - 1,574)\text{ кг/с}$ , на него приходится примерно 35% от всего периода. Исключением составили данные при значении площади выпускных отверстий  $0,008\text{ м}^2$  (рис.1,г): три периода опустошения секции бункера имели место только при объемах пшеницы  $0,03\text{ м}^3$  и  $0,05\text{ м}^3$ , при объеме  $0,04\text{ м}^3$  наблюдалось стабильное снижение скорости истечения по всему процессу опустошения бункера.

При начальной наполненности бункера  $0,03\text{ м}^3$  и  $0,04\text{ м}^3$  зависимости площади выпускных отверстий (рис.2, а,б) от времени с момента начала опустошения бункера до его полного опорожнения для обеспечения равномерного расхода пшеницы, полученные при втором и третьем этапах исследований, имеют расхождения значений на всех трех стадиях процесса высыпания. При начальной наполненности бункера  $0,05\text{ м}^3$  зависимости площади выпускных отверстий от времени с момента начала опустошения бункера до его полного опустошения имеют расхождения значений также на всех трех стадиях (I, II, III) процесса высыпания (за исключением высыпания пшеницы на стадии II с совпадением значений), причем наблюдается стабильное увеличение расхождения значений при высыпании пшеницы на стадии III процесса высыпания.

#### Заключение

Полученные аналитические зависимости расхода пшеницы показали, что равномерность процесса зависит от наполненности бункера, объема высыпаемого продукта из бункера и площади выпускного отверстия бункера, что является основой для повышения безопасности работающих на приемных пунктах элеваторов. Использование системы автоматизированного регулирования процесса истечения зернового материала из выпускных отверстий бункера позволит снизить вероятность травмирования и заболеваний операторов приемных пунктов элеваторов в 1,64 раза.

#### Библиография

1. Развитие современных методов защиты, работающих на предприятиях сельскохозяйственной отрасли / С.В.Терехов, Т.И.Белова, Е.М. Агашков и др. Орел: ОГУ им. И.В.Тургенева, 2019. 304с.
2. Обоснование повышения безопасности работающих приемных пунктов элеваторов комбикормового производства / С.В.Терехов, Т.И.Белова, Е.М. Агашков и др. // Техносферная безопасность в АПК: сб. материалов Всерос. науч. конф. Орел: Изд-во Орловский ГАУ, 2018. С. 201-210.
3. Снижение опасностей травмирования операторов приемных пунктов элеваторов / Т.И.Белова, Е.М. Агашков, С.В. Терехов и др. // Инновационные пути решения актуальных проблем природопользования и защиты окружающей среды: сб. докл. междунар. науч.-техн. конф. Белгород: БГТУ, 2018. Ч. I. С.26-31.
4. Improving the technological reliability and safety of feed mills production lines / T. Belova, S. Terekhov, L. Markaryants, E. Agashkov // IOP Conference Series: materials Science and Engineering. International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development" - Construction of Roads, Bridges, Tunnels and Airfields., 2019. С. 077058.

5. Ensuring the protection of the environment at the combined feed mills/T.I.Belova, E.M.Agaskov, E.G.Chernova, S.V.Terekhov //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development" - Construction of Roads, Bridges, Tunnels and Airfields,. 2019. С. 077064.
6. Улучшение условий труда использованием автоматизированных и автоматических систем регулированием параметров воздушной среды и средств индивидуальной защиты / Т.И. Белова, В.И.Гаврищук, Е.М.Агашков, В.Е.Бурак // Вестник МАНЭБ.2012.Т. 17, №3.С. 91-94.
7. Классификация систем автоматического удаления вредных веществ из воздуха производственного помещения/Т.И. Белова, Е.М.Агашков, В.Е.Бурак, Д.А.Кравченко // Вестник МАНЭБ. 2010.Т.15, №4.С. 116-118.
8. Снижение запыленности при выгрузке сыпучих материалов / С.В.Терехов, Т.И.Белова, Е.М.Агашков и др. // Сельский механизатор. 2017.№5.С.24-25.
9. Устройство для регулирования подачи сыпучего материала:пат. 2023640 Рос. Федерация: МПК В65D 90/54, А01F 12/60 / Шкрабак В.С., Вергун В.И., Бедарев В.В., Ильященко А.А., Морозов В.А., Елисейкин В.А.; заявитель и патентообладатель Ленинградский с.-х. ин-т; заявл. 27.12.1991; опубл. 30.11.1994.
10. Устройство для блокировки шиберных задвижек бункеров-накопителей зерна:пат. 2027652 Рос. Федерация: МПК В65D 90/54, А01F 12/60 / ШкрабакВ.С., БедаревВ.В., ИльященкоА.А., ЕлисейкинВ.А., СеливановаМ.А.; заявитель и патентообладатель Ленинградский с.-х. ин-т; заявл. 02.07.1992; опубл. 27.01.1995.
11. Обеспечение условий труда на приёмных пунктах комбикормовых производств/Т.И.Белова, Е.М.Агашков, Р.В.Шкрабак, К.И.Портнова, В.С.Шкрабак//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.2025.Т.10.№2.С.51-57.

**Учредитель и издатель журнала:**

**Международная академия наук экологии безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ)**

**Издательство «БЕЗОПАСНОСТЬ»**

**Адрес редакции:**

194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5

тел./факс: (812) 670-93-76, e-mail: vestnik\_maneb@mail.ru.

**Технический редактор:** кандидат технических наук Н.Г. Занько

**Отпечатано в цифровой типографии ИП Павлушкина В.Н.**

Санкт-Петербург, Греческий проспект, 25

Свидетельство о регистрации 78 № 006844118 от 06.06.2008

Сдано в набор 07.07.2025. Подписано в печать 16.07.2025

Печать цифровая. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс»

Формат обрезной 205x290. Усл.изд.л.-8,350. Усл.печ.л.-7,810

Заказ 07/25. Тираж 500 экз.

Цена договорная