



ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ECOLOGICAL BULLETIN OF DONBASS

№1

Экологический вестник Донбасса



Экологический вестник Донбасса

Научный журнал
Выходит 4 раза в год
Основан в марте 2020 г.
Выпуск 1 2021

Ecological Bulletin of Donbass

Scientific Journal
Publication Frequency: 4 times a year
Established: March, 2020
Issue 1 2021

Алчевск
2021

УДК 502:504.06

Экологический вестник Донбасса

Научный журнал

Выпуск 1 2021

**Основатели:
ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ» при поддержке
Министерства природных ресурсов
и экологической безопасности ЛНР**

*Свидетельство Министерства связи
и массовых коммуникаций ЛНР
о регистрации средства массовой
информации ПИ 000174 от 19.01.2021*

*Рекомендовано учёным советом
ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ»
(Протокол № 6 от 29.01.2021)*

Формат 60×84¹/₈
Усл. печат. л. 11,6
Заказ № 17
Тираж 100 экз.

Издательство не несёт ответственности за
содержание материала, предоставленного
автором к печати.

Адрес редакции, издателя и основателя:
ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ»
пр. Ленина, 16, г. Алчевск, ЛНР
94204

E-mail: info@dstu.education
Web-site: <http://www.dstu.education>

**ИЗДАТЕЛЬСКО-ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ
ЦЕНТР,**

ауд. 2113, т./факс 2-58-59
Свидетельство о государственной
регистрации издателя, изготовителя
и распространителя средства массовой
информации
МИ-СГР ИД 000055 от 05.02.2016.

Главный редактор

Куберский С. В. — к.т.н., проф., и.о. ректора

Заместитель главного редактора

Вишневецкий Д. А. — к.т.н., доц.

Редакционная коллегия:

Дегтярев Ю. А. — Министр природных ресурсов
и экологической безопасности ЛНР

Пяткова Н. П. — к.э.н., доц.

Ладыш И. А. — д.с.-х.н., доц.

Зинченко А. М. — к.э.н., доц.

Кусайко Н. П. — директор НЦМОС

Смирнова И. В. — к.х.н.

Левченко Э. П. — к.т.н., доц.

Проценко М. Ю. — к.т.н., доц.

Швыдченко С. С. — к.б.н., доц.

Секретарь редакционной коллегии

Подлипенская Л. Е. — к.т.н., доц.

Для научных работников, аспирантов,
студентов высших учебных заведений, НИИ,
сотрудников предприятий, занимающихся
проблемами окружающей среды, органов
государственной власти.

Язык издания:
русский, английский

Компьютерная вёрстка
Исмаилова Л. М.

© ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», 2021
© Чернышова Н. В., художественное
оформление обложки, 2021

ЭКОЛОГИЯ

ECOLOGY

УДК 502.03:504.05(477.61)

Дегтярев Ю. А.
(Министерство природных ресурсов и экологической безопасности ЛНР,
г. Луганск, ЛНР, *mprlnr@mail.ru*)

АКТУАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

В работе рассмотрены актуальные экологические проблемы Луганской Народной Республики. Дан краткий обзор деятельности Министерства природных ресурсов и экологической безопасности ЛНР за последние 5 лет, намечены пути решения основных экологических проблем Республики.

Ключевые слова: природные ресурсы, экологическая безопасность, экологический баланс, ущерб, природоохранные мероприятия.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. Природные ресурсы, наряду с трудовыми и материальными, являются важнейшим фактором развития общественного производства. Конституция Луганской Народной Республики определяет землю и природные ресурсы как основу жизни народов и декларирует право граждан на благоприятную окружающую среду [1].

Вопросы охраны, использования, воспроизводства природных ресурсов, что давно уже определено как рациональное природопользование, вопросы состояния окружающей среды — это не что-то оторванное, к чему можно относиться с формулой «еще не время». Это каждодневные проблемы, по серьезности отношения к решению которых судят в том числе и о возможности руководства Республики влиять на повседневные проблемы. В этом плане население реагирует очень чутко.

Экологические вопросы способны объединить самые иногда противоречивые массы общества, мобилизовать их на решение внутренних проблем, помочь в патристическом воспитании молодежи. Да и просто как люди, мы в ответе за то, что передадим будущим поколениям, нашим детям, внукам.

Постановка задачи. С момента начала военных действий и блокады Донбасса в Республике создана, что называется, «с ну-

ля» система охраны окружающей среды. Вопросов много, и все они касаются основных сфер экологической деятельности. Это и вопросы государственного механизма регулирования и финансирования решения экологических проблем в ЛНР, и вопросы регулярного мониторинга состояния атмосферного воздуха и водных объектов Республики, и вопросы охраны лесных насаждений от пожаров и ведения лесокультурной деятельности, и вопросы утилизации токсичных отходов и многие другие. Чтобы понять и классифицировать по рангу важности эти вопросы, их необходимо детально изучить. В связи с этим *целью* настоящей работы стало изучение как можно более полного перечня экологических проблем Республики на основе обзора деятельности Минприроды ЛНР за последние 5 лет.

В качестве *объекта* исследования рассматривалось состояние окружающей среды региона.

Предметом исследования определены актуальные экологические проблемы Луганской Народной Республики.

Методика исследования. При выполнении работы использовались методы системного анализа. Данные обрабатывались методами математической статистики.

Изложение материала. Луганская Народная Республика получила в наследство территорию с чрезвычайно высоким уровнем техногенного воздействия, а сегодня

эта ситуация усугубляется еще и непрекращающимися боевыми действиями.

За прошедшие годы для сохранения экологического баланса региона сделано следующее: заложены основы экологического законодательства, налажена рыбохозяйственная деятельность, восстанавливаются уничтоженные войной и пожарами леса, созданы предприятия по переработке отходов, восстановлены системы экологического мониторинга и надзора.

В 2019 году указом Главы Луганской Народной Республики утверждена «Концепция государственной политики в сфере экологической безопасности и рационального природопользования Луганской Народной Республики на период до 2023 года» [2], которая формирует механизм экологической безопасности как составной части национальной безопасности Республики и учитывает экологические тенденции мирового сообщества.

В результате военных действий, начиная с 2014 г., экологическому состоянию региона нанесен колоссальный ущерб, определить полный размер которого нам еще предстоит. Мы не готовились к войне и не хотели ее, поэтому в части комплексной методологии расчета ущерба, нанесенного войной, есть проблемы. Мы пока не можем подсчитать ущерб в полном объеме, но даже предварительные расчеты ужасают.

Пожарами, возникшими из-за обстрелов на территории Республики, были уничтожены лесные насаждения и лесные молодняки на площади 4,1 тыс. га, из них за период 2015–2020 годов восстановлено 600 га.

По трем уничтоженным участкам леса уже рассчитан ущерб на сумму почти 30 млн руб., в том числе на особо охраняемой территории парка-памятника «Острая Могила», расположенного в границах города Луганска, где только от гибели деревьев ущерб составил более 2,5 млн руб. На небольшой площади заповедного объекта в 98 га 70 % территории подверглись обстрелу (только разрывов «Градов» и «Смерчей» зафиксировано 143). Погибли 1782 дерева (рис. 1, 2).



Рисунок 1 Лесной пожар в ЛНР в результате обстрела



Рисунок 2 Последствия лесного пожара

Мы подсчитали, что для восстановления 3,5 тыс. га уничтоженных лесных насаждений Республике необходимо около 10 лет. При выполнении этой задачи в ускоренном режиме за 1–2 года потребуется вложить 104 млн российских рублей.

Значительный ущерб в ходе военных действий нанесен и водным биоресурсам. Только на двух водных объектах — «Первозвановское водохранилище» и «Еленовский пруд» общая сумма нанесенного ущерба составила почти 81 млн руб.

С целью защиты Конституционных прав граждан ЛНР выполненные нами расчеты направлены в Генеральную прокуратуру Луганской Народной Республики для предъявления претензии государству Украина о возмещении нанесенного водным биоресурсам и лесному хозяйству Республики ущерба. Работы по систематизации данных и расчету нанесенного ущерба окружающей среде Республики продолжаются. Эту кропотливую работу,

требующую серьезных обследований и расчетов, необходимо довести до конца.

На сегодня одной из проблем является состояние поверхностных и подземных вод в бассейне реки Северский Донец. В 2017 году класс качества реки Северский Донец в сравнении с 2012, 2013 и 2016 годами изменился с 3-го («умеренно загрязнённая») — на 4-й («загрязнённая»). Основными причинами этого можно назвать недостаточную очистку сточных вод, сбрасываемых предприятиями, находящимися на подконтрольной Украине территории, и отсутствие водообмена.

Учитывая постоянную нехватку денег для обеспечения работы канала Днепр–Донбасс, водообеспечение стоком р. Северский Донец осуществляется по остаточному принципу, что негативно влияет на гидрологический режим реки, её качественные характеристики, в том числе в трансграничном створе с Россией.

Чтобы поддержать гидрологический режим реки Северский Донец, в Республике ежегодно проводится расчистка русел рек от заторов и поддержание берегов в надлежащем экологическом состоянии (рис. 3).

Такие масштабные работы на малых и средних реках не проводились со времен Советского Союза. Невзирая на локальность проводимых работ, они доказали свою результативность для бассейна реки в целом.



Рисунок 3 Расчистка затора из мусора на р. Лугань

Конечно, это вопрос скорее политический: загрязнение украинской стороной рек, уничтожение лесов и животного мира можно отнести к разряду «климатической войны» с далеко идущими негативными экологическими последствиями.

Непросто придумать новую систему охраны окружающей среды. Есть международные принципы, где всё чётко предусмотрено: мониторинг, организация рационального природопользования через систему разрешений и экономических механизмов, природнадзор. Понятно, что работы очень много, но чтобы развиваться, надо работать.

Внедренная в Республике система экономического стимулирования направлена на минимизацию накопления отходов, сокращение объемов забора свежей воды, уменьшение сбросов и выбросов загрязняющих веществ.

Проводить эффективную экологическую политику довольно трудно даже в условиях развитой экономики. А во время военных действий, экономической блокады, сложного периода восстановления предприятий на решение экологических проблем просто не хватает средств.

Законодательно установлено, что в Луганской Народной Республике финансирование природоохранных мероприятий осуществляется за счет Государственного и местных бюджетов, средств предприятий и других средств.

Если подходить объективно, то из всех этих источников финансирования уже работает финансирование мероприятий за счет средств предприятий. Предприятия же в свою очередь заинтересованы финансировать мероприятия только крайне необходимые для них. Начиная с 2014 года, затраты предприятий на охрану окружающей среды в Республике неуклонно росли, в 2019 году почти достигли довоенного уровня и были только на 8 % меньше аналогичных затрат в 2013 году. Прогноз на 2020 год еще более оптимистичный.

За счет средств инвесторов в Республике решаются вопросы переработки отхо-

дов, создания предприятий по выращиванию малька рыб.

На официальном сайте Минприроды ЛНР размещен сформированный пакет инвестиционных предложений по решению первоочередных экологических проблем Республики. Мы оказываем всю необходимую помощь в реализации экологических проектов и делаем все возможное для привлечения инвестиций в экологическую сферу деятельности, как основы для ее развития.

Но, к сожалению, ни одно предприятие экономически не заинтересовано в решении общегосударственных проблем, не приносящих им прибыли, а механизм государственного финансирования решения этих проблем пока недостаточно эффективен.

К нам постоянно поступают запросы от администраций городов и районов, ведомств о необходимости финансирования проведения мониторинга состояния окружающей среды, обеспечения режима особо охраняемых природных территорий, работ по поддержанию гидрологического режима рек, воспроизводству лесов, поддержанию биоразнообразия. Понятно, что эти важные для Республики мероприятия инвестиционно непривлекательны для предприятий и реализовывать их можно только за счет средств госбюджета.

Нами разработан ряд проектов природоохранных программ [3], которые сейчас проходят процедуру согласований. Но невозможно решить все проблемы за счет целевых государственных программ — они носят ограниченный характер и по срокам, и по направлениям, не учитывают необходимость решения нескольких задач одновременно, да и, честно говоря, гарантий их полного финансирования нет.

В существующих экономических условиях целесообразно рассмотреть возможность формирования экологического фонда за счет отчисления части средств от налогов и сборов за загрязнение окружающей среды и от штрафных санкций. Распределение средств фонда должно осуществляться на законодательно утвержден-

ный перечень природоохранных мероприятий, позволяющих достичь определенного экологического эффекта.

Такая система экономического стимулирования природопользования существовала в Российской Федерации до 2008 года и может быть эффективна в экономических условиях Республик до осуществления ими полной рецепции российского законодательства.

ЛНР и ДНР имеют схожие экономические и экологические проблемы, вызванные войной, находятся в зависимости друг от друга и не смогут решать экологические проблемы региона без организации четкого взаимодействия.

Понимая это, 30 июля 2019 года Правительство Донецкой Народной Республики и Совет Министров Луганской Народной Республики подписали «Меморандум о сотрудничестве в сфере охраны окружающей среды». Безусловно, мы только начали тесное сотрудничество, и нам предстоит еще немало сделать вместе и начинать нужно с унификации законодательной и нормативной базы, системы управления в природоохранной сфере и экономической кооперации, так как не всегда законодательство республик имеет единые принципы и подходы к обеспечению совместной экологической безопасности.

Например, разные законодательные подходы республик к трансграничному перемещению опасных отходов делают невозможным их перемещение через границу что, как следствие, делает невозможным развитие кооперационных связей по переработке этих отходов.

Сложившаяся ситуация еще раз подтверждает необходимость согласования вопросов, связанных с рецепцией природоохранного законодательства Российской Федерации как основного способа интеграции Республик, унификации структур и полномочий природоохранных органов Республик и приведение их в соответствие со структурами и полномочиями природоохранных органов Российской Федерации.

Для своевременного реагирования на возникающие экологические угрозы и их предупреждение необходимо развивать единую систему экологического мониторинга на территории Донбасса и граничащих с ним территорий России.

Организацию мониторинга целесообразно разделить на два уровня:

1. Базовый уровень, формирующий единую информационную систему экологического мониторинга Донецко-Донского региона, в котором будет определён четкий перечень компонентов окружающей среды и загрязняющих веществ, подлежащих контролю.

2. Дополнительный уровень, в который войдет контроль компонентов, характерных для конкретного региона.

Это позволит формировать достоверный прогноз изменения состояния окружающей среды как для региона в целом, так и для отдельных территорий при минимальных финансовых затратах.

Выводы. Подводя итог, хочется подчеркнуть, что диалог между нашими республиками в конкретных экологических делах и проектах — это не краткосрочная кампания. Проблема охраны природы носит перманентный характер. Она не принадлежит к числу мероприятий, исчерпывающихся однократным исполнением. Это долгосрочная экологическая стратегия на началах сотрудничества и партнерства.

Библиографический список

1. Конституция Луганской Народной Республики [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://glava-lnr.info/dokumenty/konstituciya>.

2. Концепция государственной политики в сфере экологической безопасности и рационального природопользования Луганской Народной Республики на период до 2023 года [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://mprlnr.su/news/1471-sovremennaya-politika-luganskoj-narodnoj-respubliki-v-sfere-ohranu-atmosfernogo-vozduha.html>.

3. Программа социально-экономического развития Луганской Народной Республики на период до 2023 года [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://sovminlnr.ru/docs/2019/12/26/12.pdf>.

© Дегтярев Ю. А.

Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. МЧМ ДонГТИ Проценко М. Ю., зам. министра природных ресурсов и экологической безопасности ЛНР Бойко Е. М.

Статья поступила в редакцию 12.06.2020.

Degtyarev Yu. A. (Ministry of Natural Resources and Environmental Safety, Lugansk, LPR, mprlnr@mail.ru)

ACTUAL ECOLOGICAL PROBLEMS OF THE LUGANSK PEOPLE'S REPUBLIC

The paper considers the current environmental problems of the Lugansk People's Republic. A brief overview of the activities of Ministry of Natural Resources and Environmental Safety of the LPR over the past 5 years is given, ways to solve the main environmental problems of the Republic are outlined.

Key words: natural resources, environmental safety, environmental balance, damage, environmental protection actions.

УДК 502.2:504.4.054

*к.т.н. Подлипенская Л. Е.,
Бакуменко Ю. С.
(ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР)*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЭВТРОФИКАЦИИ И САМООЧИЩЕНИЯ ВОДОЕМОВ

Выполнены исследования процессов загрязнения и самоочищения поверхностных вод на примере Исаковского водохранилища. Выделены параметры, определяющие процесс самоочищения поверхностных вод. Проведен анализ динамики изменения концентрации растворенного кислорода в воде и коэффициента самоочищения водоема.

Ключевые слова: Исаковское водохранилище, самоочищение, эвтрофикация, растворенный кислород.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. Интенсивное развитие промышленности и сельского хозяйства в настоящее время привело к острому дефициту водных ресурсов на суше. Создание искусственных водоемов — типичный путь решения водных проблем. Наиболее широкое развитие строительство плотин и водохранилищ при них получило в 1930–1950-х годах в вододефицитных районах во всем мире. В первые 20–30 лет строительство водохранилищ оказалось спасательным кругом для развития и расширения масштабов промышленных регионов. Искусственные водоемы со временем расширили список направлений использования, в ряде случаев они приобрели рекреационное значение.

В настоящее время водохранилища испытывают сильнейшую антропогенную нагрузку, которая связана прежде всего с постоянным поступлением загрязняющих веществ в водоем, значительным колебанием нормального подпорного уровня при эксплуатации, замедленным водообменом, тепловым загрязнением и др.

Являясь водоемами промышленного и сельскохозяйственного использования, водохранилища впоследствии приобрели многие свойства природных объектов, и поэтому относятся к природно-антропогенным объектам. Анализ состояния водохранилищ должен включать их оценку как с позиций народно-

хозяйственного использования, так и с учетом экологических характеристик объекта.

Луганская Народная Республика по запасам водных ресурсов является недостаточно обеспеченной, что связано как с природными, так и с антропогенными факторами. Проблема дефицита пресных вод в Республике сопровождается неудовлетворительным экологическим состоянием ряда водотоков и водоемов.

В современных условиях процессы развития и преобразования водных экосистем протекают значительно быстрее, чем раньше, поскольку они обусловлены, в основном, не естественными факторами, действующими в масштабе геологического времени, а антропогенными. К числу глобальных процессов, резкое возрастание скорости которых отмечено в последние десятилетия, можно отнести процесс антропогенного эвтрофирования [1]. Естественно, что это не единственная проблема для водных экосистем, но именно ее называют доминирующей в современных условиях [2].

Принимаемые меры по восстановлению нарушенных водных экосистем должны проводиться с учетом степени их деградации, оценкой процессов эвтрофикации и самоочищения водоемов. В связи с этим направление, связанное с изучением экологического состояния водных объектов ЛНР, возможностью их самоочищения и самовосстановления, является актуальным.

Постановка задачи. Поступающие в водоем загрязнения вызывают в нем нарушение естественного равновесия. Способность водоема противостоять этому нарушению, освободиться от вносимых загрязнений составляет сущность процесса самоочищения.

Процессы самоочищения вод весьма разнообразны и зависят от конкретных условий, в которых пребывает водный объект, но определяющим для них является характер биологического и физико-химического разложения органических загрязнителей в воде.

Цель исследования — изучение процессов биологического и химического самоочищения водоемов на примере Исаковского водохранилища.

Объектом исследования является Исаковское водохранилище — самое крупное водохранилище Луганской Народной Республики, подвергающееся на всем протяжении своего существования длительному антропогенному воздействию.

Предмет исследования — особенности и закономерности протекания процессов самоочищения водохранилища.

Задачи исследования:

- проанализировать факторы, приводящие к усилению эвтрофикационных процессов в Исаковском водохранилище;
- определить показатели, характеризующие процесс самоочищения водоема, и исследовать динамику их изменения.

Методика. Для оценки поступающих в Исаковское водохранилище загрязняющих веществ и определения способности водоема к самовосстановлению использовались методы гидрохимического, гидробиологического анализа. Обработка и анализ данных производились с помощью методов математической статистики.

Изложение материала и его результаты. На территории ЛНР предприятия практически всех отраслей промышленности сбрасывают в водные объекты загрязняющие вещества. Реки, озера, водохранилища и пруды наряду с подземными источниками используются для промышлен-

ного и коммунального водоснабжения, орошения и рыборазведения.

По данным Министерства природных ресурсов и экологической безопасности ЛНР, на территории Республики расположено 26 водохранилищ, 442 пруда, 2 озера и 11 обводненных карьеров [3]. Общая площадь водного зеркала составляет 3490,53 га.

По площади зеркала 27,28 % и соответственно 952 га занято в Антрацитовском районе, 18,18 % и 634,7 га — в Свердловском районе, 17,19 % и 600,19 га — в Лутугинском районе, на 4 месте — Перевальский район (15,55 % и 542,82 га).

Самым большим водоемом Луганской Народной Республики является Исаковское водохранилище, расположенное на территории Перевальского района. Водные объекты региона подвергаются значительной техногенной нагрузке в результате сброса промышленных, сельскохозяйственных, коммунальных сточных вод, шахтных вод и др. Выбросы вредных веществ, объем которых значителен в районе исследования, также загрязняют водные объекты путем депонирования их на водных поверхностях, подземного и поверхностного стока с загрязненных территорий.

Наиболее значительными в регионе по уровню загрязнения окружающей среды являются металлургические и коксохимические предприятия, в число которых входит Филиал № 12 ЗАО «Внешторгсервис» (бывший ПАО «Алчевский металлургический комбинат» и ПАО «Алчевсккокс»), Филиал № 13 ЗАО «Внешторгсервис» (бывший ПАО «Стахановский завод ферросплавов») и ПАО «Стахановский завод технического углерода».

Источниками загрязнения природной среды Перевальского района также являются отвалы горных пород шахт как эксплуатируемых сегодня, так и закрытых, сельскохозяйственная деятельность и автомобильный транспорт.

Своих водных ресурсов в регионе не хватает, в то время как для успешного функционирования предприятий промыш-

ленности и сельского хозяйства необходимы значительные объемы воды удовлетворительного качества. Основным источником водных ресурсов является Исаковское водохранилище. Вода водохранилища используется как техническая для охлаждения, разбавления стоков, как сырье для производства питьевой воды на СП «Аква-сервис», а также для хозяйственных нужд жителей окружающих населенных пунктов и дачных обществ.

Основные сведения об объекте. Исаковское водохранилище создано в 1953 году на р. Белая. Расположено в 10 км от Алчевска. Расстояние от устья

реки до гидроузла 23 км. Длина водохранилища 11,6 км, средняя глубина 7,18 м, максимальная 18 м [4].

Исаковское водохранилище расположено между поселками городского типа Бугаевка, Михайловка и селами Степановка, Троицкое, Малооконстантиновка (рис. 1).

По берегам водохранилища находятся следующие дачные общества: Химик-1, Химик-2, Электрон, Родник, Звездочка, Автомобилист, Наука, Metallург-1, Metallург-2, Metallург-3, Metallург-4, Алые паруса, Ремонтник. Полив дачных участков осуществляется преимущественно водой водохранилища.

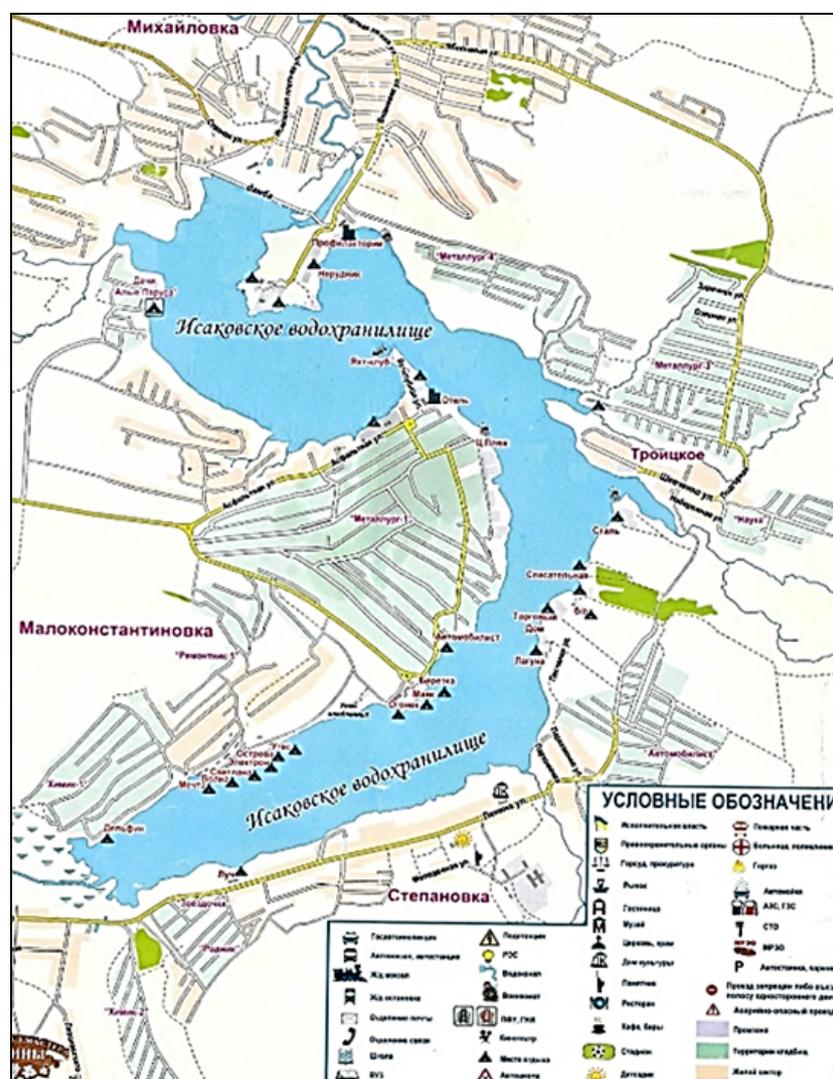


Рисунок 1 Карта Исаковского водохранилища

На карте также отмечены места отдыха населения: Профилакторий, Нерудник, Сталь, Спасательная, Торговый дом, Лагуна, Луч, Дельфин, Мечта, Волна, Светлана, Электрон, Острова, Утес, Огонек, Маяк, Березка, Автомобилист, Бамбук (центральный пляж), Росинка, Отель, Яхт-клуб, Алые паруса (рис. 1).

В целом 23 организованных и неорганизованных места отдыха на берегу — и это при условии, что вода по санитарным нормам не подходит для купания. В каталоге водоемов [3] назначение Исаковского водохранилища описывается как источник технического водоснабжения и место рекреации для населения (с 2019 г.).

Антропогенное воздействие. Исаковское водохранилище подвергается мощному антропогенному воздействию по следующим направлениям: изъятие воды из водохранилища (для промышленных нужд и дачных поливов); сброс неочищенных промышленных, шахтных и канализационных вод, смыв почвы с сельхозугодий, несанкционированные свалки по берегам.

Кроме внешних источников загрязнений, в экосистеме водного объекта немалую роль играют внутренние процессы. Прежде всего, это самозагрязнение водоема в результате его эвтрофикации.

Эвтрофикацией называется процесс ухудшения качества воды из-за избыточного поступления в водоем так называемых «биогенных элементов», в первую очередь соединений азота и фосфора. Являясь нормальным природным процессом, связанным с постоянным смывом в водоемы биогенных элементов с территории водосборного бассейна, эвтрофикация в водоемах с высокой антропогенной нагрузкой увеличилась многократно из-за сброса в них коммунально-бытовых стоков, стоков с животноводческих ферм, а также из-за смыва избыточно внесенных удобрений с полей.

На рисунке 2 представлен механизм развития самозагрязнения в водной среде.

Ухудшение качества воды в водоеме вызывается чрезмерным количеством органических веществ, которые появляются при массовом развитии фитопланктона. Идет накопление биомассы водорослей и продуктов деструкции биоты водоема.

Источником самозагрязнения водохранилища биоэлементами являются и донные отложения, что также снижает интенсивность процессов самоочищения. Разложение биомассы в таких случаях приводит к увеличению содержания в воде органических и минеральных, в том числе токсических веществ, существенным образом ухудшающих качество воды. Среди токсических веществ обнаруживаются полипептиды, фенолы, индолы, скатолы, сероводород и др.

Для анализа процесса эвтрофикации водоема обычно используют гидрофизические, гидрохимические и гидробиологические характеристики, измерения которых выполняются на станциях постоянного мониторинга водного объекта. Основными показателями являются температура воды, прозрачность, мутность, pH, концентрация фосфатов, азотосодержащих веществ и растворенного кислорода. Показатели взаимосвязаны, изменения одних из них приводят к увеличению или уменьшению других согласно схеме, представленной на рисунке 3 (стрелочка вверх означает увеличение показателя, вниз — уменьшение).

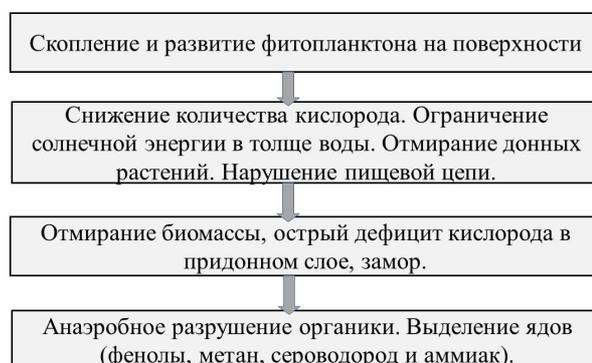


Рисунок 2 Механизм развития самозагрязнения водоема

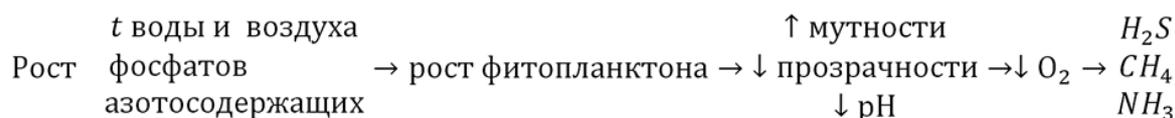


Рисунок 3 Схема взаимосвязи показателей эвтрофикации водоема

Практические исследования. Для изучения процессов антропогенного загрязнения и самоочищения и выявления тенденций, закономерностей, взаимосвязей показателей качества воды в условиях Исаковского водохранилища использовались результаты экологического мониторинга водоема за период времени 2013–2017 гг. Анализировались следующие характеристики поверхностных вод: температура, прозрачность и мутность, водородный показатель, концентрации растворенного кислорода, ионов аммония, нитратов, нитритов, ортофосфатов, БПК₅, и численность фитопланктона.

Характер, интенсивность и давность загрязнения водного объекта оценивались с помощью шкалы, представленной в таблице 1.

По данным мониторинга поверхностных вод с учетом характеристик таблицы 1 можно сделать выводы о том, что в Исаковском водохранилище складывается ситуация, благоприятная для появления обильного роста фитопланктона, и в результате его отмирания на дне водоема создаются анаэробные условия, способствующие образованию сероводородных «карманов».

Результаты корреляционного анализа, позволяющие установить значимые связи

между рассматриваемыми показателями, приведены в таблице 2. Проверка значимости коэффициентов парной корреляции проводилась с помощью критерия Стьюдента. Жирным шрифтом в таблице 2 выделены значимые связи между показателями ($p = 0,05$).

Анализ корреляционной матрицы (табл. 2) позволяет установить следующие закономерности в изменении значений показателей качества воды Исаковского водохранилища:

- температура воды (X1) является определяющим климатическим фактором, в существенной степени влияющим на качество воды (X2, X3, X5, X6, X7, X11), причем показатели, характеризующие негативные изменения в экологическом состоянии водного объекта, с ростом температуры увеличиваются, а показатели с позитивным эффектом — уменьшаются;

- рост фитопланктона (X11) наблюдается с повышением температуры воды и увеличением концентрации ионов аммония (X6), сопровождается увеличением мутности (X3) и уменьшением концентрации растворенного кислорода (X5) в воде.

Таблица 1

Характеристики загрязненности водоемов по наличию примесей в воде [5]

Наличие в воде примесей	Характеристика загрязненности воды
NH_3 , NH_4^+ , Cl^- , $(NH_4)_2SO_4$	Загрязнение свежее
NH_4^+ , Cl^- , NO_2^- , NO_3^-	Загрязнение началось довольно давно и продолжается. Идет процесс разложения органических веществ
Cl^- , NO_2^- , NO_3^-	Свежего поступления загрязняющих веществ нет, идет процесс минерализации органических веществ
NO_2^- , NO_3^-	С момента загрязнения прошел большой срок, произошла полная минерализация органических веществ

Таблица 2

Корреляционная матрица показателей качества воды Исаковского водохранилища за 2014 год

Показатели	Месяц года	Температура, °С	Прозрачность, см	Мутность, мг/дм ³	Водородный показатель, рН	Растворенный кислород, мгО ₂ /дм ³	Аммоний-ионы, мг/дм ³	Нитрат-ионы, мг/дм ³	Нитрит-ионы, мг/дм ³	Ортофосфаты, мг/дм ³	БПК ₅	Численность фитопланктона, кл. в см ³
	t	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
t	1											
X1	0,37	1										
X2	0,01	-0,65	1									
X3	0,20	0,77	-0,58	1								
X4	-0,14	-0,47	0,54	-0,36	1							
X5	-0,24	-0,85	0,65	-0,77	0,80	1						
X6	0,33	0,59	-0,21	0,79	-0,49	-0,73	1					
X7	-0,77	-0,70	0,32	-0,46	0,46	0,67	-0,49	1				
X8	0,17	-0,08	-0,23	0,09	-0,26	0,03	0,12	-0,05	1			
X9	0,05	0,14	-0,18	0,11	0,20	0,02	0,00	-0,02	-0,25	1		
X10	-0,31	0,17	-0,39	0,34	-0,43	-0,41	0,10	0,11	-0,13	-0,07	1	
X11	0,66	0,71	-0,44	0,65	-0,40	-0,63	0,65	-0,82	0,36	0,09	-0,13	1

Необходимо отметить, что растворенный кислород играет особую роль в формировании механизма самоочищения водоема, его концентрация существенно меняется в течение года в результате сложных биохимических процессов, связанных с разложением органических соединений в воде.

Самоочищение водоема. По ГОСТ 27065-86 «Качество вод» термин самоочищение понимается как «совокупность природных процессов, направленных на восстановление экологического благополучия водного объекта».

Процесс самоочищения замедляется или вовсе прекращается при постоянном сильном загрязнении водоемов промышленными или коммунально-бытовыми стоками, что вызывает скопление гниющего ила, появление токсических химических соединений, развитие полисапробной флоры и массовый мор рыбы. Быстрота самоочищения зависит от многоводности, скорости течения воды и ветра, способствующих перемешиванию воды в водоеме,

а также ряда техногенных факторов. Представляет интерес сопоставление физических, химических, биологических и бактериологических показателей водохранилищ, подвергающихся интенсивной эксплуатации и значительному антропогенному воздействию.

В процессе самоочищения поступившие загрязнения разбавляются водой водоема, взвешенные в воде вещества постепенно осаждаются на дно, а органические вещества подвергаются окислению за счет растворенного в воде кислорода. При этом аэробные процессы происходят преимущественно в верхних слоях водоема, а анаэробные — на дне водоема. В результате органические вещества, распадаясь на менее сложные, постепенно минерализуются. Исаковское водохранилище, согласно исходным данным и таблицам 1 и 2, уже давно загрязняется, причем этот процесс происходит независимо от сезонов года.

Интенсивность процессов самоочищения зависит от концентрации растворенно-

го в воде кислорода. Чем его больше, тем процесс самоочищения идет быстрее. Максимальная насыщающая концентрация кислорода в холодной воде составляет около 9 мг/дм^3 , при дополнительной аэрации может повышаться в 1,5–2,5 раза. Если содержание органических веществ в водоеме велико, то для их окисления бактериями и простейшими может израсходоваться почти весь имеющийся запас кислорода, тогда в водоеме наступают анаэробные условия.

Содержание растворенного кислорода (Р.К.) в Исаковском водохранилище за 2014–2017 годы представлено на рисунке 4. Предельно-допустимая концентрация (ПДК) Р.К. в холодный период равна 4 мг/дм^3 , в теплый период — 6 мг/дм^3 [6]. Графики изменения концентрации Р.К. (рис. 4) для различных временных промежутков (по годам) показывают сходные тенденции в изменении рассматриваемого показателя по месяцам года. Это позволяет предположить существование цикличности в динамическом ряду концентраций Р.К. с периодом 12 месяцев.

Рассматривая колебания концентрации растворенного кислорода в течение года, можно заметить, что его снижение начинается с мая и приходит к норме только в сентябре (за исключением 2017 г.) С октября, когда средняя температура воздуха ниже 20°C и температура воды ниже $13\text{--}15^\circ\text{C}$, все замеренные концентрации Р.К. находятся в пределах нормы. Вода в теплый период времени загрязненная (по стандартным критериям качества воды [6]).

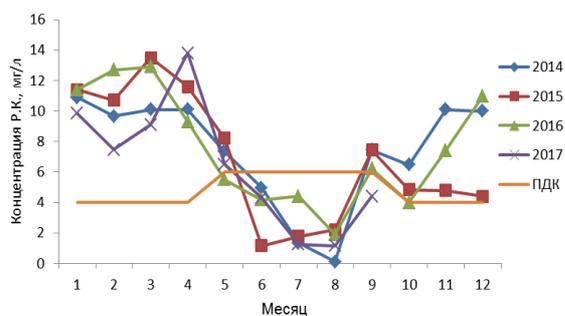


Рисунок 4 Динамика изменения концентрации Р.К. в воде Исаковского водохранилища

С повышением температуры в воде, по нашим данным, наблюдается рост численности фитопланктона, болезнетворных микроорганизмов и органических веществ. Увеличивается скорость окислительных реакций, на которые расходуется кислород.

Биологическое самоочищение воды обуславливается усиленным размножением сапрофитных микробов, которые расщепляют сложные органические соединения до простых минеральных (CO_2 , NH_3) и делают их доступными для питания автотрофных организмов (нитрифицирующих, серо- и железобактерий, водорослей). Основная роль в удалении из водоемов растворимых веществ принадлежит микробам. Кроме сапрофитов, зеленые водоросли и некоторые бактерии — обитатели рек, озер, морей — вырабатывают антибиотические вещества, губительно действующие на попавших в водоемы микробов, среди которых могут быть возбудители инфекционных заболеваний человека или животных. Поэтому при оценке загрязненности водоемов большое значение уделяется микробиологическому анализу.

Наличие определенного количественного и качественного состава микроорганизмов характеризует активность самоочищения водоема, в процессе которого происходит последовательная смена зон сапробности и соответственно смена населяющих их организмов, в том числе и бактерий.

Микробиологические показатели позволяют судить, с одной стороны, об интенсивности и эффективности самоочищения водоемов, поскольку главная роль в удалении из водоема растворимых веществ принадлежит микроорганизмам, с другой — о микробиологическом загрязнении водоемов, особенно патогенными бактериями.

Для микробиологического анализа нами использовался показатель ОМЧ (общее микробное число). При температуре инкубации 37°C определяется индикаторная группа микроорганизмов, в числе которых аллохтонная микрофлора, внесенная в водоем в результате антропогенного загрязнения, в

том числе фекального. ОМЧ при температуре инкубации 20–22 °С выявляет индикаторные группы микроорганизмов, представленные, помимо алохтонной, автохтонной микрофлорой (аборигенной, естественной, свойственной для данного водоёма). Соотношение численности этих групп микроорганизмов позволяет судить об интенсивности процесса самоочищения. В местах загрязнения хозяйственно-бытовыми сточными водами численные значения обеих групп близки.

Для определения интенсивности самоочищения Исаковского водохранилища по формуле (1) был рассчитан коэффициент самоочищения K_c [7]

$$K_c = \frac{ОМЧ(22^{\circ}C)}{ОМЧ(37^{\circ}C)}. \quad (1)$$

Показатель K_c позволяет получить дополнительную информацию о санитарном состоянии водоемов, источниках загрязнения, процессах самоочищения. Низкие значения коэффициента самоочищения служат критерием нарушения экологического равновесия водной экосистемы. В местах загрязнения хозяйственно-бытовыми сточными водами численные значения обеих групп примерно одинаковые, поэтому значения K_c , близкие к единице, свидетельствуют о крайне низком уровне самоочищения водоема.

При завершении процесса самоочищения коэффициент K_c равен 4 и выше [7]. На рисунке 5 показано изменение коэффициента самоочищения Исаковского водохранилища по месяцам. Как видно из рисунка, в летние месяцы в экосистеме водохранилища самоочищение осуществляется на крайне низком уровне ввиду его высокого антропогенного загрязнения.

Снижение уровня самоочищения в марте (рис. 3) объясняется бурным развитием пиропитовых и диатомовых водорослей со значительной биомассой, которые, не-

смотря на выделение большого количества кислорода, снижают активность микроорганизмов по очищению водоема.

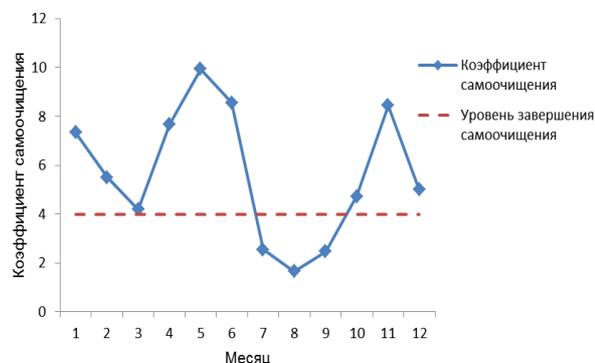


Рисунок 5 Динамика изменения коэффициента самоочищения Исаковского водохранилища

Выводы и направление дальнейших исследований. Таким образом, в течение года Исаковское водохранилище, принимая одни и те же стоки, находится в разном экологическом состоянии. Это связано с изменением климатических условий, изменением численности и активности обитателей водоема, а также характером химических реакций, протекающих в воде. Под воздействием множества как природных, так и антропогенных факторов водохранилище самостоятельно не справляется с загрязнением в летний период. Поэтому в теплый период необходимо активное обогащение воды кислородом, перемешивание водных потоков для равномерного распределения разбавления загрязнений, обеспечение и контроль над очисткой сточных вод, использование приемов экологического обустройства водохранилища.

Дальнейшие исследования будут направлены на расширение экспериментальной и методической базы для комплексной оценки качества поверхностных вод Луганской Народной Республики и разработку комплекса мер по реабилитации водоемов региона.

Библиографический список

1. Охрана природы. Гидросфера. Организация и функционирование подсистемы мониторинга антропогенного эвтрофирования пресноводных экосистем [Текст] : РД 52.24.620-2000. — М. : Росгидромет, 2000. — С. 1–22.
2. Lake restoration: successes, failures and long-term effects [Text] / M. Søndergaard, E. Jeppesen, T. L. Lauridsen et al. // *Journal of applied ecology*. — 2007. — Vol. 44. — P. 1095–1105.
- 3 Каталог водоемов Луганской Народной Республики по состоянию на 01.04.2019 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://mprlnr.su/video/420-katalog-vodoevov-luganskoj-narodnoj-respubliki-po-sostoyaniyu-01062017.html>.
4. Разработка водохозяйственных балансов Исаковского водохранилища на р. Белая Луганской области [Текст] / рук. Жуков И. И. — Донецк : ЦКПИВЛ, 2004. — 10 с.
5. Возная, Н. Ф. Химия воды и микробиология [Текст] / Н. Ф. Возная. — М. : Высшая школа, 1979. — 132 с.
6. Абакумов, В. А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений [Текст] / В. А. Абакумов, Н. П. Бубнова, Н. И. Холикова и др. — Л. : Гидрометеиздат, 1983. — 239 с.
7. Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов [Текст] : метод. указания : МУК_4.2.1884-04 : утв. и введ. в действие Гл. гос. санитар. врачом Рос. Федерации 03.03.04 : взамен МУ 2285-81.

© Подлипенская Л. Е.

© Бакуменко Ю. С.

**Рекомендована к печати к.х.н., зав. КМНИЛ НЦМОС ДонГТИ Смирновой И. В.,
к.т.н., нач. отдела ЭБ по вопросам ЧС и ЭБ Администрации г. Алчевска ЛНР
Проскуриной И. В.**

Статья поступила в редакцию 11.06.2020.

Ph.D. Podlipenskaya L. E., Bakumenko Yu. S. (DonSTI, Alchevsk, LPR)

RESEARCH ON EUTROPHICATION AND SELF-PURIFICATION PROCESSES IN WATER BODIES

Investigations on the pollution and self-purification processes of surface waters were carried out by the example of the Isakovo storage lake. The parameters that determine the self-purification process of surface water have been identified. The analysis has been done for the change dynamics on the concentration of dissolved oxygen in water and the coefficient of self-purification of the water body.

Key words: *Isakovo storage lake, self-purification, eutrophication, dissolved oxygen.*

УДК 577.356

к.х.н. Смирнова И. В.
(НЦМОС ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР, kamerton_i@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СТРУКТУРИРОВАННОЙ ВОДЫ

Работа посвящена изучению физико-химических свойств воды, подвергавшейся различным видам информационного воздействия. Представлены результаты исследования температурной зависимости времени растворения некоторых неорганических веществ от визуального информационного воздействия. На примере приготовленного на дистиллированной воде насыщенного раствора $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ рассчитан эффект информационного воздействия (ЭИВ).

Ключевые слова: структурированная вода, информационное воздействие, визуальная информация, звуковая информация, время растворения, температурная зависимость, эффект информационного воздействия ЭИВ.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. На протяжении всей истории человечества ученые, изобретатели, священнослужители и целители обращались к загадочным свойствам воды. На воду читались заговоры и молитвы, в ней пытались растворять драгоценные металлы и камни, воздействовали на нее магнитами, солнечным и лунным светом, пропускали электрический ток, помещали в пирамиды. И каждый раз свойства воды менялись. Хаотически движущиеся молекулы воды под воздействием природных и искусственных полей выстраивались в ажурные жидкие конструкции. Обычная вода превращалась в структурированную.

Известно, что молекула воды состоит из одного атома кислорода и двух атомов водорода [1]. Внутри находятся положительно заряженные атомные ядра кислорода и водорода, а снаружи вся конструкция покрыта единым электронным облаком, которое смещено в сторону ядра атома кислорода. Т. е. за ядром атома кислорода наблюдается избыток, а над ядрами водорода — недостаток электронной плотности. В результате между молекулами воды за счет электростатического взаимодействия возникают межмолекулярные водородные связи [2], которые удерживают молекулы воды в виде «жидких кристаллов» (кластеров) [3]. Впервые такая жидкокристалличе-

ская структура воды была описана в 1933 году в международном журнале по химической физике. Авторами статьи были два английских физика — Дж. Бернал и Р. Фаулер [4]. Эта работа настолько опередила свое время, что до сих пор считается классической, а ее выводы являются основополагающими для всех ученых, которые занимаются изучением воды.

Итак, вода имеет жидкокристаллическую структуру, которая характеризуется определенным химическим составом и физическими свойствами. На данную структуру может быть наложена как положительная, так и отрицательная информация. Отрицательная информация может исходить от неживой природы, от химических загрязнителей или от человека. Причем уровней записи информации может быть несколько. Например, химические загрязнители дают самую мощную и самую грубую поверхностную запись. Влияние геопатогенных зон на воду дает более глубокую запись. А информационное воздействие таких совершенных биологических объектов, как человек, создает уровень записи в принципе иной — глубинный и более тонкий.

Человек любит и умеет ненавидеть. При рассмотрении истории цивилизации с точки зрения воздействия информационных полей становится ясно, какой вред природе наносили сотни миллионов жи-

вых существ, чья высокоорганизованная нервная система являлась синхронизированным излучателем ненависти к жителям соседних стойбищ, аулов, деревень, крепостей, городов.

За 5000 лет развития цивилизации на территории Африки, Европы, Азии и Америки непрерывно шли мелкие по нынешним меркам войны, процветали кровавые культы. За это время возникли пустыни Сахара и Каракумы. Как в настоящее время считают ученые, нельзя объяснить полное разрушение экологических систем в этих районах только ошибками древних строителей в ирригации. Может быть, изменение свойств воды в течение нескольких тысяч лет на данных территориях и вызвало экологическую катастрофу планетарного масштаба?

В ходе многолетних исследований ученые выявили множество способов воздействия на воду. Большая часть ученых полагает, что вода представляет собой универсальный многоуровневый носитель информации, часть уровней которого может быть подвергнута многократному стиранию и перезаписи при помощи ряда методов и технологий [5].

С целью получения стабильных жидких кристаллов воду подвергали обработке при помощи химических примесей, внешних электромагнитных и механических вибрационных воздействий. В зависимости от видов воздействия удавалось получать жидкие кристаллы, характеризующиеся разными физико-химическими параметрами, т. е. менялись физико-химические свойства воды.

Поскольку вода является источником всего живого, изучение ее неизвестных свойств по-прежнему актуально.

Постановка задачи. Наиболее простыми и доступными методами изучения физико-химических свойств жидкостей являются гравиметрия и вискозиметрия [6]. По изменению плотности и вязкости жидкости можно судить о характере оказываемых на нее воздействий. Поэтому нашей задачей было исследование изменения

плотности и вязкости дистиллированной и водопроводной воды при действии на них различной информации.

Целью данной работы является установление закономерностей влияния различных видов воздействия на физико-химические свойства воды.

Объект исследования — влияние информационного воздействия на физико-химические свойства воды.

Предмет исследования — закономерности влияния звуковой и визуальной информации на изменение плотности и вязкости дистиллированной и водопроводной воды.

Методика исследования. В нашей работе для определения плотности воды использовался гравиметрический метод, который заключался во взвешивании на аналитических весах ВЛР-200 пикнометров емкостью 50 см³ с соответствующими пробами воды. Кинематическая вязкость определялась при помощи лабораторного вискозиметра ВПЖ-2 по времени истечения определенного объема воды через капилляр.

Изложение материала и его результаты. Для осуществления задачи исследования были проведены две серии экспериментов с использованием визуальной (серия 1) и звуковой (серия 2) информации.

Серия 1. Воздействие визуальной информации. Дистиллированная и водопроводная вода в закрытых емкостях помещались в расположенных друг от друга на расстоянии не менее 50 м комнатах на листки бумаги с надписями, несущими «положительную» или «отрицательную» информацию. В качестве положительной информации использовались надписи «Любовь» (+) и «Любовь и благодарность» (+ +), в качестве отрицательной — надписи «Ненависть» (–) и «Ненависть и безразличие» (– –). Для контроля закрытые емкости с дистиллированной и водопроводной водой без воздействия какой-либо информации устанавливались еще в одном помещении.

Через одно и то же время (10 дней) определялись значения плотности и вязкости всех проб.

Серия 2. Воздействие звуковой информации. Как и в серии 1, дистиллированная и водопроводная вода в закрытых емкостях помещались в расположенных далеко друг от друга комнатах, где на протяжении 10 дней ежедневно по 40–50 минут подвергались воздействию звуковой «положительной» или «отрицательной» информации. В качестве положительной информации использовалась классическая

музыка (В. А. Моцарт, симфония № 40) (+), в качестве отрицательной — музыка в стиле «тяжелый рок» (–). Для контроля закрытые емкости с дистиллированной и водопроводной водой без воздействия какой-либо информации устанавливались еще в одном помещении.

Через 10 дней определялись значения плотности и вязкости всех проб.

В обеих сериях контролировалась температура воздуха в помещении.

Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1

Изменения плотности и вязкости воды в зависимости от вида информационного воздействия

t, °С, месяц	Вода	Вид информации	Плотность ρ, г/см ³	Вязкость кинематическая ν, мм ² /с
Серия 1. Воздействие визуальной информации				
27 °С, июль	Дистиллированная	отсутствует	0,99879	0,864782
		+	0,99935	0,859976
		++	0,99998	0,857757
		–	0,99862	0,866428
		--	0,99845	0,872372
	Водопроводная	отсутствует	1,00021	0,990038
		+	1,00040	0,963782
		++	1,00082	0,928974
		–	0,99971	0,992146
	--	0,99839	0,996882	
Серия 2. Воздействие звуковой информации				
18 °С, октябрь	Дистиллированная	отсутствует	1,00018	0,982194
		+	1,00045	1,065874
		–	1,00028	0,992654
	Водопроводная	отсутствует	1,00162	0,990194
		+	1,00204	1,057506
		–	1,00028	0,992654

Из таблицы видно, что воздействие положительной как визуальной, так и звуковой информации вызывает заметное увеличение плотности проб воды по сравнению с контрольными образцами, а воздействие отрицательной информации в обеих сериях приводит к снижению значений плотности.

Что касается вязкости, то положительное воздействие визуальной информации

приводит к снижению ее значений, а отрицательное — к увеличению. В случае звукового воздействия наоборот: положительная информация увеличивает значения вязкости, а отрицательная — уменьшает.

Следующим этапом наших исследований было изучение температурной зависимости времени растворения некоторых неорганических веществ от визуального информационного воздействия.

В качестве растворителя использовалась дистиллированная вода, которая не подвергалась никаким информационным воздействиям, и дистиллированная вода, в течение 10 дней получавшая визуальную информацию типов «+ +» и «- -» (как в 1 серии). Для данного этапа исследований использовали KOH, NaOH, Na₂SO₄ · 10H₂O и Al₂(SO₄)₃ · 18H₂O.

Колбы с тремя видами воды помещались в воздушный термостат при значениях температуры 10, 20, 30, 40 и 50 °C на 30 минут. Затем предварительно взвешенные одинаковые навески одного и того же реактива переносились в колбы, и секундомером засекалось время полного растворения навески вещества при заданной

температуре. Масса навески соответствовала справочному значению растворимости вещества при данной температуре.

На рисунке 1 представлены температурные зависимости времени растворения KOH, NaOH, Na₂SO₄ · 10H₂O и Al₂(SO₄)₃ · 18H₂O соответственно в дистиллированной воде, которая подвергалась визуальной информации типов «+ +», «- -» и в ее отсутствие.

Из рисунка видно, что для растворения всех взятых реактивов в структурированной положительной информацией воде требуется гораздо меньше времени, чем в неструктурированной воде. А время растворения тех же веществ в отрицательно структурированной воде, наоборот, гораздо больше.

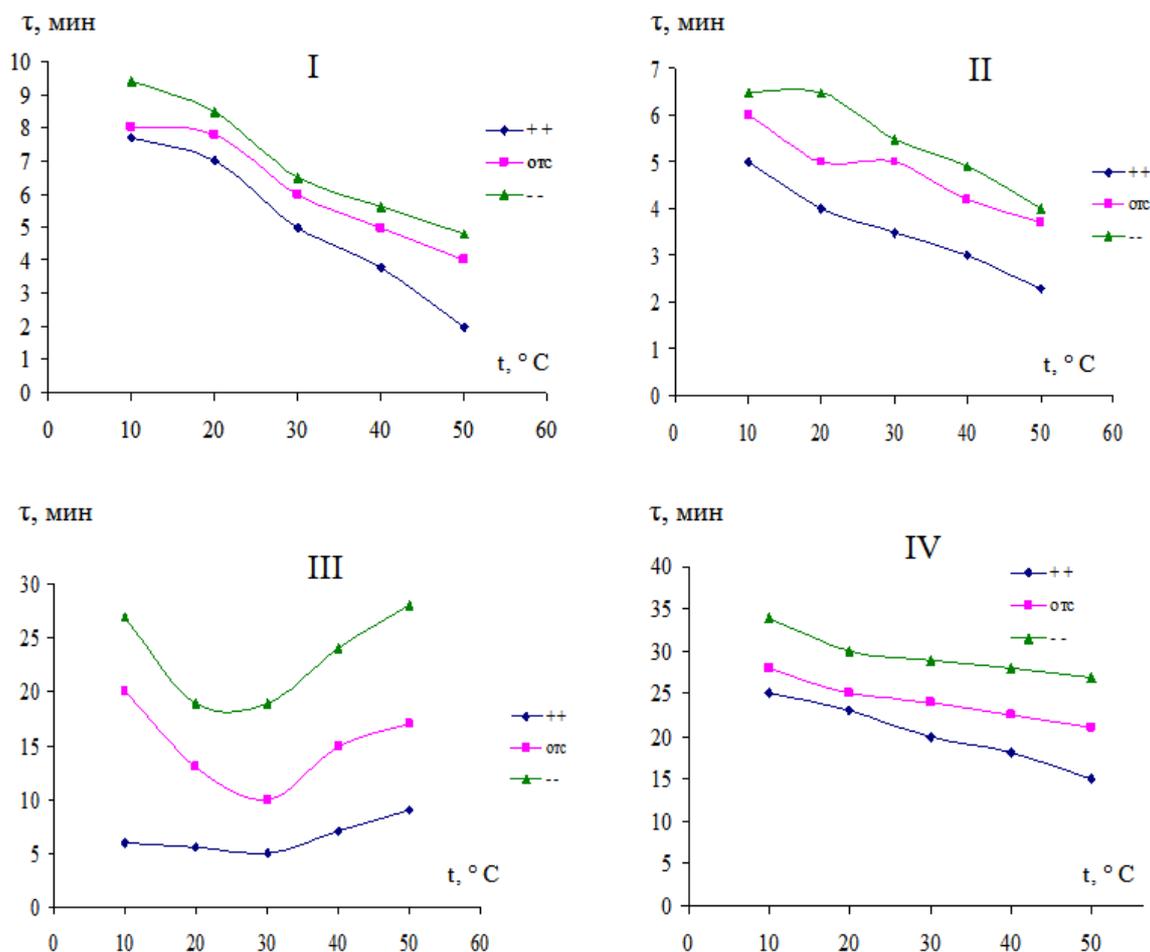


Рисунок 1 Зависимость времени растворения KOH (I), NaOH (II), Na₂SO₄ · 10H₂O (III) и Al₂(SO₄)₃ · 18H₂O (IV) от температуры растворения в структурированной («+ +», «- -») и не структурированной (отс) дистиллированной воде

Количественную оценку влияния информационного воздействия на время растворения вещества рассмотрим на примере $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Эффект информационного воздействия (ЭИВ, %) для приготовленного на дистиллированной воде насыщенного раствора $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ определяем относительной разностью между показателями времени растворения вещества в структурированной и неструктурированной воде при определенных температурах. Результаты расчета ЭИВ представлены в таблице 2.

Воздействие положительной информации ускоряет растворение $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ на 54,55–71,43 %, а воздействие отрицательной информации при тех же условиях замедляет растворение сульфата натрия на 28,57–81,82 %.

Таблица 2

ЭИВ при растворении $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ в структурированной и неструктурированной воде

Сравниваемые виды воздействия	Минимальный ЭИВ, %	Максимальный ЭИВ, %
++ отсутствие	+54,55	+71,43
-- отсутствие	-28,57	-81,82

Библиографический список

1. Лященко, А. К. *Пространственная структура воды [Текст] / А. К. Лященко, В. С. Дунышев // Вода: структура, состояние, сольватация. Достижения последних лет. — М., 2003. — С. 107–145.*
2. Эпштейн, Л. М. *Многоликая водородная связь [Текст] / Л. М. Эпштейн, Е. С. Шубина // Природа. — 2003. — № 6. — С. 40–45.*
3. *Структура воды: гигантские гетерофазные кластеры воды [Текст] / А. Н. Смирнов, В. Б. Лапшин, А. В. Бальшев, И. М. Лебедев, В. В. Гончарук, А. В. Сыроешкин // Химия и технология воды. — 2005. — № 2. — С. 11–37.*
4. Бернал, Дж. *Структура воды и ионы растворов [Текст] / Дж. Бернал, Р. Фаулер // Успехи физических наук. — 1934. — Т. 14. — № 5. — С. 586–644.*
5. *Иваницкий, Г. Р. Может ли существовать долговременная структурно-динамическая память воды? [Текст] / Г. Р. Иваницкий, А. А. Деев, Е. П. Хижняк // Успехи физических наук. — Российская академия наук, 2014. — Т. 184. — С. 43–74.*
6. Танганов, Б. Б. *Физико-химические методы анализа [Текст] : учеб. пособ. / Б. Б. Танганов. — Улан-Уде : Изд-во ВСГТУ, 2009. — 355 с.*

© Смирнова И. В.

*Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. ПГМ ДонГТИ Левченко Э. П.,
д.т.н., проф. каф. ПГС и АЛГУ им. В. Даля Дроздом Г. Я.*

Статья поступила в редакцию 16.04.2020.

PhD in Chemistry Smirnova I. V. (*DonSTI SCEM, Alchevsk, LPR, kamerton_i@mail.ru*)

RESEARCH ON THE PROPERTIES OF STRUCTURED WATER

The paper is devoted to studying the physicochemical properties of water subjected to various types of informational effects. The research temperature dependence results are presented for the dissolution time of some inorganic substances subjected by visual information impact. By the example of saturated solution of $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ prepared on distilled water, the effect of information impact (EII) was calculated.

Key words: *structured water, informational impact, visual information, sound information, dissolution time, temperature dependence, effect of informational impact (EII).*

УДК 58.087

Перегорода С. А.
(ГБОУ ЛНР «АСОШ № 22», ОД «Сообщество молодых ученых»,
г. Алчевск, ЛНР, tfsmu@mail.ru),
к.б.н., доц. Швыдченко С. С.
(ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР, ebgd@ukr.net)

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГАЗОННЫХ ТРАВСТОЕВ г. АЛЧЕВСКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ LAWN MASTER

Работа посвящена разработке метода учёта проективного покрытия растений на основе использования фотоплощадок. Оценка учётных газонных площадок показала высокую точность разработанной системы учёта.

Ключевые слова: проективное покрытие, учётная площадка, фотоплощадка, газонные травостои, общая декоративность.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. На сегодняшний день острой проблемой современных городских территорий является стремительное ухудшение экологической обстановки. Среди множества существующих экологических проблем современных городов особое внимание уделяется сокращению площадей зелёных насаждений. По причине чрезмерного содержания загрязнителей в окружающей среде и низкого плодородия городских почв происходит деградация зелёных насаждений. Таким образом, появляется необходимость восстановления состояния и увеличения количества зелёных насаждений в городе [1].

Постановка задачи. В последние годы наряду с кустарниковыми и древесно-кустарниковыми растениями в городском озеленении всё активнее находят применение различные виды газонных травостоев. Использование газонов при озеленении имеет ряд весомых преимуществ: высокая скорость роста, устойчивость к механическим повреждениям, устойчивая корневая система, неприхотливость и высокая декоративность [2].

При проведении оценки качества газонных травостоев наиболее часто используется методика, разработанная А. А. Лаптевым [3]. Данный метод является комплексным и достаточно трудоёмким. Газонным травам даёт-

ся оценка по показателям продуктивности побегообразования (по 6-балльной шкале), а также общей декоративности (по 5-балльной шкале).

Продуктивность побегообразования определяется путём подсчета количества побегов на 1 м². Для этого подсчитывается число побегов на определённом участке (чаще всего 10×10 см), после серии таких замеров выводится средняя величина и переводится на 1 м².

Проективное покрытие почвы травостоем определяется визуально, глядя сверху вниз под углом 90° на травостой. Определяют, какая часть площади покрыта травостоем и выражают эту величину в процентах.

Во время полевых исследований данный процесс занимает большой промежуток времени, однако некоторые авторы указывают на то, что определение проективного покрытия может проводиться при помощи компьютерных преобразований цветного снимка яруса в горизонтальной проекции [4].

Использование информационных технологий оценки проективного покрытия геоботанических ярусов позволяет снизить временные и трудовые затраты на процесс оценки, а также повысить точность замеров [5].

Нами предложен способ определения проективного покрытия газонных травостоев, основанный на автоматическом выделении контуров растений на цифровых снимках.

В связи с этим **целью** работы является проведение оценки качества существующих в г. Алчевске травостоев с использованием разработанной нами системы Lawn Master.

Задачи исследования:

1. Оценка показателей продуктивности побегообразования и проективного покрытия газонных травостоев г. Алчевска.

2. Визуальное определение проективного покрытия учётных площадок газонных травостоев.

3. Определение проективного покрытия учётных площадок газонных травостоев при помощи системы Lawn Master.

4. Установление эффективности системы Lawn Master на основании полученных данных.

Материалы и методы исследований.

Оценивали проективное покрытие и продуктивность побегообразования учётных площадок газонных травостоев, которые были сформированы на территории корпуса № 6 ДонГТУ. На основании показателей проективного покрытия и продуктивности побегообразования выводили общий показатель качества травостоев [3].

Продуктивность побегообразования определяли путём подсчёта побегов на площади 10×10 см, после чего полученный показатель переводили на 1 м². Замер продуктивности побегообразования производили с пятикратной повторностью, из полученных показателей выводилось среднее.

Проективное покрытие газонных травостоев определяли при помощи системы Lawn Master.

Для создания программы был использован язык программирования Python и библиотека OpenCV.

OpenCV предоставляет библиотеку исходного кода, включая открытые исходные коды для обработки изображения.

Получаемое изображение преобразуется из формата bgr в lab, так как в этом форма-

те проще выделить границу газонного покрытия.

После этого по данному изображению создается маска исходя из подобранных коэффициентов, определяющих разрешенные и запрещенные области изображения. Подбирались эти коэффициенты с помощью тракбаров, которые были созданы исходя из данных той же библиотеки.

После создания маски на ней рассчитывается процент разрешенных пикселей, который выводится на изображении. Для более удобного пользования программой была создана простая командная строка, в которой можно включить/отключить маску, обработать другое изображение и завершить работу программы.

Для тестирования эффективности созданной программы использовали фотографии газонных травостоев с опытных участков кафедры «Экологии и БЖД» ДонГТУ. Фотографирование учётных площадок производилось с высоты 1 м под углом 90°. Также травостоям визуально давалась оценка проективного покрытия (группой из трёх человек, из показаний которых выводилось среднее), после чего данные сравнивались с теми, которые получены после обработки изображений в системе Lawn Master.

На рисунках 1–4 представлены фотографии исследуемых учётных площадок партерных газонных травостоев.

Результаты исследований. Результаты оценки качества газонных травостоев, расположенных на территории корпуса № 6 ДонГТУ, приведены в таблице 1. В ходе оценки было выявлено, что на территории корпуса расположено 3 группы травостоев высшего качества, 4 группы травостоев отличного качества. Также наблюдались травостои хорошего и посредственного качества.

Результаты исследования проективного покрытия учётных площадок газонных травостоев приведены в таблице 2.

ЭКОЛОГИЯ



Рисунок 1 Учетная площадка № 1



Рисунок 2 Учётная площадка № 2



Рисунок 3 Учётная площадка № 3



Рисунок 4 Учётная площадка № 4

Таблица 1

Показатели исследуемых газонных травостоев

Номер учётной площадки	Продуктивность побегообразования		Общая декоративность		Общая оценка качества травостоя	Показатель качества травостоев
	Количество побегов, шт/м ²	Баллы	Проектное покрытие	Баллы		
1	13800±136	6	85,6 %	4,5	27	Отличный
2	14900±137	6	95,3 %	5	30	Высшего качества
3	15400±143	6	95,5 %	5	30	Высшего качества
4	11600±132	6	91,3 %	5	30	Высшего качества
5	12700±133	6	71,2 %	3,5	21	Хороший
6	12600±136	6	84,9 %	4,5	27	Отличный
7	13500±138	6	86,1 %	4,5	27	Отличный
8	14400±141	6	85,3 %	4,5	27	Отличный
9	6600	4	75,7 %	4	16	Посредств.

Таблица 2

Визуальная оценка и оценка в системе Lawn Master проективного покрытия учётных площадок газонных травостоев

Проективное покрытие учётных площадок			
№ учётной площадки	Визуальная оценка	Оценка системы	Разность Lawn Master
1	70 %	61 %	9 %
2	80 %	76,2 %	3,8 %
3	80 %	77,9 %	2,1 %
4	50 %	50,3 %	0,3 %

Как видно из таблицы выше, система Lawn Master даёт оценку проективного покрытия газонных травостоев с отличием в 0,3–9 % по сравнению с визуальной оценкой.

Выводы:

1. Оценка декоративности газонных травостоев, расположенных на территории ДонГТУ, показала, что исследуемые травостой относятся к группе травостоев посредственного, хорошего, отличного и высшего качества.

2. Использование системы Lawn Master позволяет провести автоматическую оценку проективного покрытия при геоботанических исследованиях.

3. Незначительное отличие от визуальной оценки (0,3–9 %) позволяет говорить о

возможном практическом применении системы Lawn Master в декоративном садоводстве, ресурсосведческих и геоботанических исследованиях.

Библиографический список

1. Адоньева, Т. Б. Зеленые насаждения города Воронежа: современное состояние, проблемы [Текст] / Т. Б. Адоньева, Е. М. Иванова, Л. А. Калюжная // Вестник ВГУ. — 2001. — С. 139.

2. Гладов, А. В. Озеленение как фактор повышения благоустройства города (на примере городского округа Самары) [Текст] / А. В. Гладов // Вестник Самарского государственного университета. — 2015. — № 2 (124). — С. 207–214.

3. Лантев, А. А. Газоны [Текст] / А. А. Лантев. — К. : Наукова думка, 1983. — Т. 243. — С. 4.

4. Балалаев, А. К. Предварительные результаты применения метода цифровой обработки изображения для определения проективного покрытия растительности как основного индикатора состояния экосистем [Текст] / А. К. Балалаев, О. А. Скрипник // Екологія і природокористування. — 2011. — Вип. 14. — С. 114–123.

5. Бузук, Г. Н. Методы учета проективного покрытия растений: сравнительная оценка с использованием фотоплощадок [Текст] / Г. Н. Бузук, О. В. Созинов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2014. — Т. 16. — № 5. — С. 5.

© Перегорода С. А.

© Швыдченко С. С.

Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. МЧМ ДонГТИ Проценко М. Ю., д.м.н., и.о. гл. врача ГС «Алчевская городская СЭС» Капрановым С. В.

Статья поступила в редакцию 09.06.2020.

Peregoroda S. A. (SBEI LPR “ASOSH No. 22”, OD “Community of Young Scientists”, Alchevsk, LPR, tfsmu@mail.ru), **Ph.D.**, **Associated professor Shvydchenko S. S.** (DonSTI, Alchevsk, LPR, ebgd@ukr.net)

QUALITY ASSESSMENT OF LAWN GRASS STANDS IN ALCHEVSK USING THE LAWN MASTER SYSTEM

The work is devoted to developing an accounting method for the projective cover of plants based on photographic platforms. Assessment of registered lawn areas showed high accuracy of the developed accounting system.

Key words: projective cover, registered area, photo site, lawn grass stands, general decorativeness.

ГЕОЭКОЛОГИЯ

GEOECOLOGY

УДК 504.3.054:622

*проф., к.т.н. Давиденко В. А.,
Олейник Т. С.,
Скрипник Е. В.*

(ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР, ebgd@ukr.net)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СНИЖЕНИЯ ПЫЛЕВЫХ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ПРИ ДОБЫЧЕ УГЛЯ НА ШАХТАХ ДОНБАССА

Работа посвящена разработке и исследованию новых способов снижения пылеобразующей способности угольных пластов при использовании новых высокоэффективных рабочих жидкостей, в том числе и при внедрении низкотемпературного увлажнения.

***Ключевые слова:** метан, метанонасыщенность, низкотемпературное увлажнение угля, пылеобразующая способность угля, сорбция, твердый диоксид углерода, хлористый натрий.*

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Одним из основных вредных веществ антропогенного происхождения является промышленная пыль, которая наряду с оксидом углерода, диоксидом серы и окислами азота доминирует в атмосферном воздухе населенных пунктов, прилегающих к крупным промышленным предприятиям и угольным шахтам. Наиболее существенными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются предприятия теплоэнергетики, угольной и металлургической промышленности, которые выбрасывают около 90 % от мировой эмиссии пыли.

Угольная промышленность Украины является одним из основных загрязнителей атмосферного воздуха пылью. Объемы пылевой эмиссии в Донбассе достигают около 20–30 и более тыс. тонн в год. На Луганщине выбросы пыли за период с 2000 по 2010 гг. колебались в пределах от 6,4 до 10,6 тыс. тонн в год. Основными источниками выбросов пыли на угольных шахтах являются породные отвалы, котельные, использующие в качестве топлива уголь, вентиляционные выбросы из шахт, пункты погрузки и перегрузки. Наиболее мощным источником при этом являются породные отвалы, на долю которых приходится около половины всей шахтной пыли, поступающей в атмосферу. Количество пыли, выно-

симое из шахты в атмосферу вентиляционными потоками, достигает 10–15 % всей шахтной пыли. При этом в этой пыли отмечается повышенное содержание мелких фракций размером менее 10 мкм.

Применяемые на шахтах методы по снижению выбросов пыли в атмосферу (предварительное увлажнение угольных пластов, орошение на выемочных и проходческих комбайнах, туманно-водяные завесы, покрытие поверхности породных отвалов глиной и другие) позволяют снизить количественные показатели пылевых выбросов. Однако концентрации пыли, регистрируемые в атмосферном воздухе населенных пунктов, прилегающих к шахтам, показывают, что превышение предельно-допустимых концентраций (ПДК) по пыли нередко достигает значений 1,3–1,5 и более. Снижение качества атмосферы шахтерских населенных пунктов Луганщины по пылевому фактору является следствием повышения заболевания жителей болезнями пылевой этиологии: астмой, хроническим бронхитом и в долгосрочной перспективе — раком легких. Из-за высокого содержания мелких фракций в составе угольной пыли кровь быстрее сворачивается и переносит меньше кислорода, сокращает приток крови в мозг, что становится причиной высокого кровяного давления, аритмии и сердечных приступов [1].

Постановка задачи. Одним из наиболее важных факторов угольных пластов является его метанонасыщенность, что в значительной мере снижает влагонасыщенность угольного массива рабочими жидкостями. Для повышения смачиваемости угля используют различные поверхностно-активные вещества, что способствует повышению эффективности влагонасыщения угольных пластов. Так как метан в данных условиях находится в поровом объеме угля в свободном состоянии, то он препятствует проникновению нагнетаемой жидкости в увлажняемый массив угля. Поэтому для освобождения порового объема угля от метана, необходимо его перевести из свободного состояния в сорбированное.

В связи с этим *целью* настоящей работы явилась разработка способа низкотемпературного насыщения угольных пластов рабочими жидкостями, что позволяет освободить поровое пространство для нагнетаемой рабочей жидкости.

Объект исследования — метанонасыщенные угольные пласты с высоким уровнем пылевыведения.

Предмет исследования — закономерности распространения жидкости в угольных пластах и снижение их пылеобразующей способности при низкотемпературном увлажнении.

Задачи исследования:

- разработка и исследование рецептуры рабочих жидкостей для низкотемпературного увлажнения;
- определение оптимального температурного режима для эффективного сорбционного связывания метана углем;
- определение эффективности влагонасыщения угля низкотемпературными жидкостями по сравнению с традиционными схемами предварительного увлажнения.

Методика исследования. Исследование сорбции метана углями различного метаморфизма. Параметры низкотемпературной обработки угольных пластов основывались на теоретических расчетах с уче-

том температуры и давления окружающего угольного массива.

Изложение материала и его результаты. Исследования процессов нагнетания рабочей жидкости в угольные пласты в различных режимах позволили выявить, что процесс насыщения в газоносных углях обычно рассматривается только лишь в условиях изотермичности. В реальных же условиях температура нагнетаемой жидкости редко совпадает с температурой угольного пласта. Такая разность температур оказывает влияние на состояние метана в порах и трещинах угля, приводит к изменению степени его влагонасыщения. Весьма интересным в этом направлении является вариант, когда нагнетаемая жидкость имеет температуру ниже окружающего горного массива. Пониженная температура флюида вызывает сжатие метана и способствует проникновению жидкости вглубь угольного пласта за счет уменьшения противодействия метана. В более мелких порах и трещинах, в которых появилась возможность проникновения жидкости, возрастает капиллярное давление. Это вызывает дополнительное сжатие метана. Учитывая тот факт, что уголь является хорошим сорбентом и потенциальная газоемкость его выше фактической газоносности, то увеличение внутрикапиллярного давления будет способствовать повышению сорбции содержащегося в угле в свободном состоянии метана. Вследствие этого газовое давление в порах угля повышается незначительно, а эффективность изоляции в угле метана, обусловленная капиллярными силами, возрастает. Все эти процессы способствуют дополнительному проникновению нагнетаемой жидкости в мелкие поры и капилляры, а следовательно и снижению пылеобразующей способности угля. Исходя из выше изложенного, определим дополнительное влагонасыщение угля, обусловленное понижением температуры метана низкотемпературным флюидом.

Из условия прекращения пропитки капилляра имеем:

ГЕОЭКОЛОГИЯ

$$P_k + P_n - P_2 = 0, \quad (1)$$

где P_k — капиллярное давление, Па; P_n — давление от насоса, Па; P_2 — давление газа в капилляре, Па.

Давление газа в капилляре при температуре T_1 с учетом адсорбции части метана на поверхности капилляра может быть записано в виде

$$P_2 = (V_1 - V_{ad1}) = \frac{m_1}{M} RT_1, \quad (2)$$

где V_1 — объем капилляра, занятый свободным метаном при температуре T_1 , м³; V_{ad1} — объем, занимаемый адсорбированными молекулами метана при температуре T_1 , м³; $\frac{m_1}{M}$ — число молей метана, находящегося в газообразном состоянии; R — газовая постоянная, Дж/Кмоль.

$$V_1 = \frac{1}{4} \pi x^2 l_1, \quad (3)$$

где x — диаметр капилляра, м; l_1 — длина капилляра, занятая метаном при температуре T_1 , м.

$$V_{ad1} = N_{S1} \cdot \pi \cdot l_1 \cdot V_0, \quad (4)$$

где N_{S1} — число адсорбированных молекул метана на поверхности капилляра при температуре T_1 , 1/м²; V_0 — объем одной молекулы метана, м³.

$$\frac{m_1}{M} RT_1 = \frac{N_1}{N_{S1}} RT_1 = N_1 K T_1, \quad (5)$$

$$N_1 - N_2 = \frac{1}{4} \pi x^2 \frac{P_2}{K} \left[\frac{l_1}{T_1} \left(1 - \frac{4N_{S1} \cdot V_0}{x} \right) - \frac{l_2}{T_2} \left(1 - \frac{4N_{S2} \cdot V_0}{x} \right) \right]. \quad (10)$$

Так как общее число молекул метана в капилляре неизменно, то имеет место равенство

$$N_1 + N_{S1} \cdot \pi \cdot x l_1 = N_2 + N_{S2} \cdot \pi \cdot x \cdot l_1, \quad (11)$$

или

где N_1 — число молекул метана, находящихся в газовой фазе внутри капилляра; K — постоянная Больцмана, Дж/К.

С учетом полученных значений V_1 , V_{ad1} и $\frac{m_1}{M} RT_1$ вместо выражения (2) получим

$$P_2 = \frac{N_1 \cdot K \cdot T}{\frac{1}{4} \pi x^2 l_1 \left(1 - 4 \frac{N_{S1}}{x} V_0 \right)}. \quad (6)$$

При том же давлении, но при пониженной температуре уравнение (6) записывается в виде

$$P_2 = \frac{N_2 \cdot K \cdot T_2}{\frac{1}{4} \pi x^2 l_2 \left(1 - 4 \frac{N_{S2}}{x} V_0 \right)}, \quad (7)$$

где N_2 — число молекул метана, находящихся в газовой фазе внутри капилляра при температуре T_2 ($T_2 < T_1$); l_2 — длина капилляра, занятая метаном при температуре T_2 , м; N_{S2} — число адсорбированных молекул метана на поверхности капилляра при температуре T_2 , 1/м².

Из выражений (6) и (7) находим

$$N_1 = \frac{P_2}{K} T_1 \left[\frac{1}{4} \pi x^2 l_1 \left(1 - \frac{4N_{S1} \cdot V_0}{x} \right) \right]; \quad (8)$$

$$N_2 = \frac{P_2}{K} T_2 \left[\frac{1}{4} \pi x^2 l_2 \left(1 - \frac{4N_{S2} \cdot V_0}{x} \right) \right]. \quad (9)$$

Вычитая из выражения (8) выражение (9), получим

$$N_1 - N_2 = \pi x (N_{S2} l_2 - N_{S1} l_1). \quad (12)$$

Сравняя выражения (10) и (12) для отношения $\frac{l_2}{l_1}$ после небольших преобразований, получим

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{N_{S_1} \left(1 - \frac{P_2 \cdot V_0}{K \cdot T_1} \right) + \frac{P_2 \cdot x}{4K \cdot T_1}}{N_{S_2} \left(1 - \frac{P_2 \cdot V_0}{K \cdot T_2} \right) + \frac{P_2 \cdot x}{4K \cdot T_2}}. \quad (13)$$

Но

$$l_2 = l_1 - \Delta l, \quad (14)$$

где Δl — дополнительная часть капилляра, занимаемая жидкостью, м.

Следовательно

$$\frac{l_2}{l_1} = \left(1 - \frac{\Delta l}{l_1} \right), \quad (15)$$

С учетом этого выражение (13) принимает вид

$$\frac{\Delta l}{l_1} = 1 - \frac{N_{S_1} \left(1 - \frac{P_2 \cdot V_0}{K \cdot T_1} \right) + \frac{P_2 \cdot x}{4K \cdot T_1}}{N_{S_2} \left(1 - \frac{P_2 \cdot V_0}{K \cdot T_2} \right) + \frac{P_2 \cdot x}{4K \cdot T_2}}. \quad (16)$$

Используя полученное выражение (16), найдем дополнительный объем, занятый флюидом в единице объема угольного массива при нагнетании жидкости, имеющей температуру метанонасыщенного угольного пласта.

С учетом этого в методике [3], исходя из объемной влагоемкости угля, которая определяется по формуле (17), проведены дальнейшие исследования, направленные на установление дополнительного прироста влажности метаносного угля от разности температур между угольным пластом и флюидом

$$W = V_{жс} / V, \quad (17)$$

где $V_{жс}$ — объем жидкости, заполняющей образец, м³; V — объем образца породы (угля), м³.

Если при температуре T_1 влагоемкость угля составляла $W_1 = (V_{жс1})/V$, а при тем-

пературе T_2 она равна $W_2 = (V_{жс2} + \Delta V)/V$, то поделив W_2 на W_1 , получим

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{V_{жс1} + \Delta V}{V_{жс}} = 1 + \frac{\Delta V}{V_{жс}}. \quad (18)$$

Так как $W_2 = W_1 + \Delta W$, то выражение (18) принимает следующий вид

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{\Delta W}{V_{жс1}}, \quad (19)$$

где $\frac{\Delta W}{W_1}$ — дополнительный относительный прирост содержания жидкости в единице объема угля.

$$V_{жс1} = V_0' - V_1, \quad (20)$$

где $V_{жс1}$ — объем поры угля размером \bar{x} , занятый жидкостью при температуре T_1 , м³; V_0' — объем поры угля размером \bar{x} до начала нагнетания жидкости, м³; V_1 — объем поры угля, занятый метаном при давлении P_2 , м³.

Из равенства $P_0 \cdot V_0' = P_2 \cdot V_1$, справедливом при $T_1 = const$, получаем

$$V_0' = \frac{P_2}{P_0} V_1, \quad (21)$$

где P_0 — давление метана в поре угля до начала нагнетания, Па.

Подставляя выражение (21) в выражение (20), получаем

$$V_{жс1} = V_1 \left(\frac{P_2}{P_0} - 1 \right), \quad (22)$$

следовательно, дополнительный прирост влажности в угле составит

$$\frac{\Delta W}{W_1} = \frac{\Delta V}{V_1} \left(\frac{P_2}{P_0} - 1 \right). \quad (23)$$

Таким образом,

$$\frac{\Delta W}{W_1} = \left(\frac{P_2}{P_0} - 1 \right) \left[1 - \frac{N_{S_1} \left(1 - \frac{P_2 \cdot V_0}{K \cdot T} \right) + \frac{P \cdot \bar{x}}{4K \cdot T_1}}{N_{S_2} \left(1 - \frac{P_2 \cdot V_0}{K \cdot T} \right) + \frac{P \cdot \bar{x}}{4K \cdot T_2}} \right]. \quad (24)$$

Зависимость относительного прироста влажности метанонасыщенного угля от разности температур между угольным пластом и нагнетаемой в него жидкости приведена на рисунке 1. При этом был взят интервал температур 290–330 К, $V_0 = 33,5 \cdot 10^{-30} \text{ м}^3$, $\bar{x} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ м}$. Приведенная на рисунке 1 зависимость хорошо аппроксимируется выражением

$$\Delta W = W \cdot 5,2 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta T. \quad (25)$$

Анализ приведенной на рисунке 1 зависимости показывает, что при создании разности температур между газонасыщенным угольным пластом и нагнетаемой жидкостью в пределах 30–40 °С можно достичь дополнительного влагонасыщения угля на 20–25 % и более.

Это в свою очередь будет способствовать снижению пылеобразующей способности угля при предварительном увлажнении метаносных угольных пластов.

В соответствии с установленным пределом разности температур между газонасыщенным угольным пластом и нагнетаемым флюидом (30–40 °С) был разработан способ предварительного увлажнения высокогазоспособного угольного пласта, в котором рабочую жидкость перед нагнетанием в угольный пласт необходимо охлаждать до 0 °С [3].

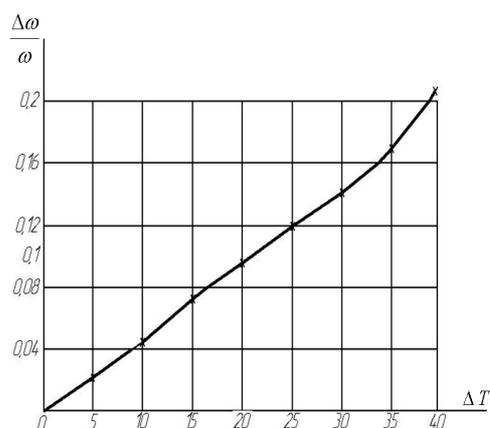


Рисунок 1 Зависимость прироста содержания влажности в единице объема угля от разности температуры между угольным массивом и нагнетаемой низкотемпературной жидкостью

Недостатком этого способа является необходимость создания в штреках специальных камер во вмещающих породах и углях для размещения в них холодильных машин (агрегатов), которые должны охлаждать рабочую жидкость перед нагнетанием в пласт до температуры 0 °С. Это приводит к значительным дополнительным экономическим затратам, что в свою очередь будет повышать себестоимость добываемого угля.

Данный недостаток устраняется путем нагнетания в газосодержащие угольные пласты рабочих жидкостей, разработанных в ДонГТУ. Это достигается путем смешивания рецептурных ингредиентов с водой, в результате чего после смешивания температура флюида будет достигать +1...–3 °С [4]. При этом жидкость при отрицательных температурах не теряет своей подвижности. Рецепт разработанных рабочих жидкостей приведена в таблице 1.

Исследование данных рабочих жидкостей для низкотемпературного увлажнения проводилось на ряде шахт Донбасса («Коммунист-Новая», ПО «Шахтерскантрацит», им. Калинина, им. Скочинского ПО «Донецкуголь», им. Менжинского ПО «Первомайскуголь»). Результаты проведенных исследований показали, что использование рабочих жидкостей с приведенной рецептурой позволяет снизить пылеобразующую способность метанонасыщенных угольных пластов на 67–75 % по сравнению с неувлажненным углем и на 17–35 % по сравнению с увлажненным углем по традиционной технологии. На шахтах «Коммунист-Новая» и им. Менжинского испытывались состав № 1 и состав № 2 соответственно, а на шахтах им. Скочинского и им. Калинина — состав № 3.

При этом в очистных выработках шахт «Коммунист-Новая», им. Калинина и им. Менжинского, где низкотемпературное увлажнение осуществлялось на протяжении длительного времени, была возможность непрерывного проведения исследований в течение года и более. Соответственно по пластам g_2^H , l_4 и k_2^2 было

ГЕОЭКОЛОГИЯ

установлено, что удельное пылевыведение из них было снижено, соответственно, с 1860 г/т до 558,3 г/т, то есть на 70 %; со 137 г/т до 92 г/т, то есть на 67 %; с 1090 г/т до 283,4 г/т, то есть на 75 %. С учетом этого годовой выброс пыли в атмосферный воздух за отчетный год с угольного пласта g_2^H составил 16510 т/год, а в предыдущем году, когда использовалось традиционное предварительное увлажнение угольного пласта, это количество достигало 25400 т/год. По пласту l_4 годовой выброс пыли достиг 3650 т/год, а в предыдущем году — 5800 т/год. По пласту k_2^2 годовой

выброс пыли в атмосферный воздух составил в отчетном году 8400 т/год, а в предыдущем — 11650 т/год. Таким образом, эффективность снижения выбросов угольной пыли на шахте «Коммунист-Новая» достигла 35 %, на шахте им. Калинина — 28 %, а на шахте им. Менжинского — 37 % по сравнению с уровнем выбросов предыдущего года. Это соответствует снижению годовых выбросов в атмосферу по шахте «Коммунист-Новая» на 8890 т/год, по шахте им. Калинина на 3250 т/год, а по шахте им. Менжинского на 2015 т/год.

Таблица 1

Рецептура рабочих жидкостей для низкотемпературного увлажнения угольных пластов

Ингредиенты	Содержание, мас., %	Исходная температура, °С
Состав для смачивания угольной пыли № 1		
Синтанол ДС-10	0,05–0,30	+1...–1 °С
Хлористый аммоний	15–20	
Вода	остальное	
Состав для смачивания угольной пыли № 2		
Диэтаноламида синтетических жирных кислот фракции $C_{10}–C_{13}$	0,1–0,3	–2...–3 °С
Углекислый натрий	15–18	
Вода	остальное	
Состав для смачивания угольной пыли № 3		
Хлористый натрий	2,5–4,0	+1...–1 °С
Твердый диоксид углерода	8–10	
Вода	остальное	

На шахте им. Скоринского исследования по снижению удельного пылевыведения (пылеобразующей способности низкотемпературными жидкостями) по техническим причинам проводились нерегулярно, из-за чего не удалось получить достоверных данных более чем за 3–4 месяца.

Выводы и направление дальнейших исследований. Проведенные натурные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Полученная эмпирическая зависимость позволяет определить снижение удельного пылевыведения (пылеобразующей способности) угольных пластов в зависимости от разности температур между

газоносным угольным массивом и низкотемпературным флюидом.

2. Проведенными шахтными исследованиями установлено, что использование предлагаемых рецептур рабочих жидкостей, нагнетаемых в угольный пласт, позволяет получить до нагнетания их в массив угля температуру в пределах +1...–3 °С, обеспечивающую разницу между флюидом и угольным пластом на уровне 30–35 °С, что при средней температуре угля на нынешних глубинах (700–800 м) отработки месторождений весьма реально.

3. Шахтными исследованиями установлено снижение выбросов шахтной пыли, поступающей из очистных забоев газонос-

ных угольных пластов через сеть горных выработок в атмосферный воздух, на уровне 28–37 % по сравнению с традиционным предварительным увлажнением угольных пластов.

4. В поступающей в атмосферный воздух пыли было установлено повышенное содержание мелкодисперсной пыли, размером менее 10 мкм. На уровне 17–37 % от общей массы пыли.

5. Разработанный способ обладает экономической эффективностью, которая обра-

зуется за счет исключения необходимости создания камер на штреках во вмещающих породах и углях для расположения в них холодильных установок и работы их самих.

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку рецептуры новых рабочих жидкостей, которые должны иметь начальную температуру перед нагнетанием в угольный пласт на уровне –5...–10 °С, что позволит еще более значительно снизить выбросы шахтной пыли в атмосферный воздух.

Библиографический список

1. Угольный атлас. Ископаемое топливо в цифрах и фактах [Текст] / Фонд Генриха Бёлля, Берлин, Германия и «Друзья Земли» (FoEI). — Лондон, 2016. — С. 18.

2. Давиденко, В. А. Теоретические основы низкотемпературного увлажнения газоносных угольных пластов [Текст] / В. А. Давиденко // Материалы международной конференции по борьбе с пылью в угольных шахтах. — Алушта, 1996 — С. 11–18.

3. А. с. СССР 1196516. МПК Е 21 F 5/06. Способ предварительного увлажнения высокогазоносного угольного пласта [Текст] / В. А. Давиденко, Е. А. Будзило, А. Е. Пережилов, Ю. Т. Товстогань, В. С. Игнатов (СССР). — 3746957/22-03 ; заявлено 12.03.84 ; опубликовано 07.12.85, Бюл. 45. — 2 с.

4. Давиденко, В. А. Эффективность снижения пылеобразования при низкотемпературном увлажнении газонасыщенных углей [Текст] / В. А. Давиденко // Стратегия выхода из глобального кризиса : материалы научных чтений. — СПб. : МАНЭБ, 2001. — С. 174–175.

© Давиденко В. А.

© Олейник Т. С.

© Скрипник Е. В.

Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. ПГМ ДонГТИ Левченко Э. П., д.м.н., и.о. гл. врача ГС «Алчевская городская СЭС» Капрановым С. В.

Статья поступила в редакцию 09.06.2020.

Prof. Davidenko V. A., Oleynik T. S., Skripnik E. V. (DonSTI, Alchevsk, LNR, ebgd@ukr.net)
EFFICIENCY INCREASE FOR REDUCING DUST EMISSIONS INTO ATMOSPHERE OF POPULATED LOCALITIES CONSIDERING COAL MINING AT DONBASS MINES

The work is devoted to development and research of new ways to reduce the dust-forming ability of coal layers when using new highly efficient working liquids and implementing low-temperature wetting.

Key words: *low-temperature wetting of coal, methane, sorption, methane saturation, dust-forming ability of coal, sodium chloride, solid carbon dioxide.*

УДК 622.647.21.002.8

*к.т.н. Левченко Э. П.,
к.т.н. Левченко О. А.,
Михальян Д. В.
(ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР)*

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ РЕЗИНЫ МЕТОДОМ ТЕРМОДЕСТРУКЦИИ

Работа посвящена выявлению влияния вредных факторов на окружающую среду в условиях промышленной деятельности предприятия по переработке резиносодержащих отходов методом термодеструкции. Представлены виды перерабатываемых отходов и выбросы предприятия.

Ключевые слова: отходы резины, переработка, термодеструкция, выбросы, источники загрязнения, окружающая среда.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. В настоящее время одним из самых плачевных результатов антропогенной деятельности человека является образование отходов, и, в частности, отслуживших свой срок полимерных и резинотехнических изделий [1].

Динамичный рост парка автомобилей во всех странах приводит к постоянному накоплению изношенных автомобильных шин. По данным европейской ассоциации переработчиков шин, общемировые запасы изношенных покрышек оцениваются в 25 млн тонн при ежегодном приросте не менее 7 млн тонн. На европейские страны приходится около 2 млн тонн. Из этого количества в мире только 23 % покрышек находят применение, а оставшиеся 77 % постоянно накапливаются [2]. Проблема переработки и утилизации шин является актуальной и для нашей Республики.

Вышедшие из эксплуатации изношенные автошины являются источником длительного загрязнения окружающей среды по многим причинам [3], а именно:

– не подвергаются биологическому разрушению (срок разложения покрышки в земле составляет более 100 лет);

– огнеопасны, в случае возгорания выделяют большое количество вредных токсичных веществ (пирен, фенантрен, антрацен (канцероген), флуорантен, а также в

зависимости от условий горения — нафталин (канцероген), 2-метилнафталин, бифенил, аценафтилен (канцероген), флуорен (канцероген), аценафтен (канцероген), бензантрацен, хризен (канцероген), бензапирен (особо опасный канцероген), дибензантрацен). Пожароопасность характеризуется продолжительностью, трудностью тушения, сильной загрязненностью атмосферного воздуха, почв, грунтовых вод;

– являются идеальным местом для размножения кровососущих насекомых, грызунов и служат источником инфекционных заболеваний;

– контакт автопокрышек с природными осадками и грунтовыми водами сопровождается вымыванием ряда токсичных органических соединений: дифениламина, дибутилфталата, фенантрена и других, которые попадают в почву и мигрируют по водотокам на большие расстояния.

Целью данной работы является экологическая оценка влияния на окружающую среду предприятия по переработке резиносодержащих отходов методом термодеструкции.

Объект исследования — деятельность предприятия ООО «Укрросресурсы» по переработке изношенных автопокрышек.

Предмет исследования — экологический анализ процесса переработки резины методом термодеструкции.

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Методика исследования. Аналитическое установление влияния источников образования вредных факторов предприятия «Укрросресурсы» по переработке автомобильных шин на окружающую среду.

Изложение материала и его результаты. Предприятие ООО «Укрросресурсы» [4] начало свою работу в 2015 г. Оно находится в юго-восточной части г. Луганска (рис. 1) и граничит в северной части с производственными территориями, в восточной части со складами, с юга и запада со строительной базой № 5. Ближайшие жилые дома находятся на расстоянии 700 м от границы территории предприятия.

ООО «Укрросресурсы» занимается переработкой резинотехнических отходов, а именно отслуживших свой срок автомобильных покрышек.

В помещении запроектировано размещение оборудования главного перерабатывающего модуля по переработке резиновых шин — линии для любых типов шин аналог ЛПШ-600, производительностью до 600 кг/ч, максимальный внутренний диаметр перерабатываемых шин 1500 мм.

В результате работы оборудования для переработки шин на выходе получается резиновая крошка, текстильный и металлический корд (табл. 1).

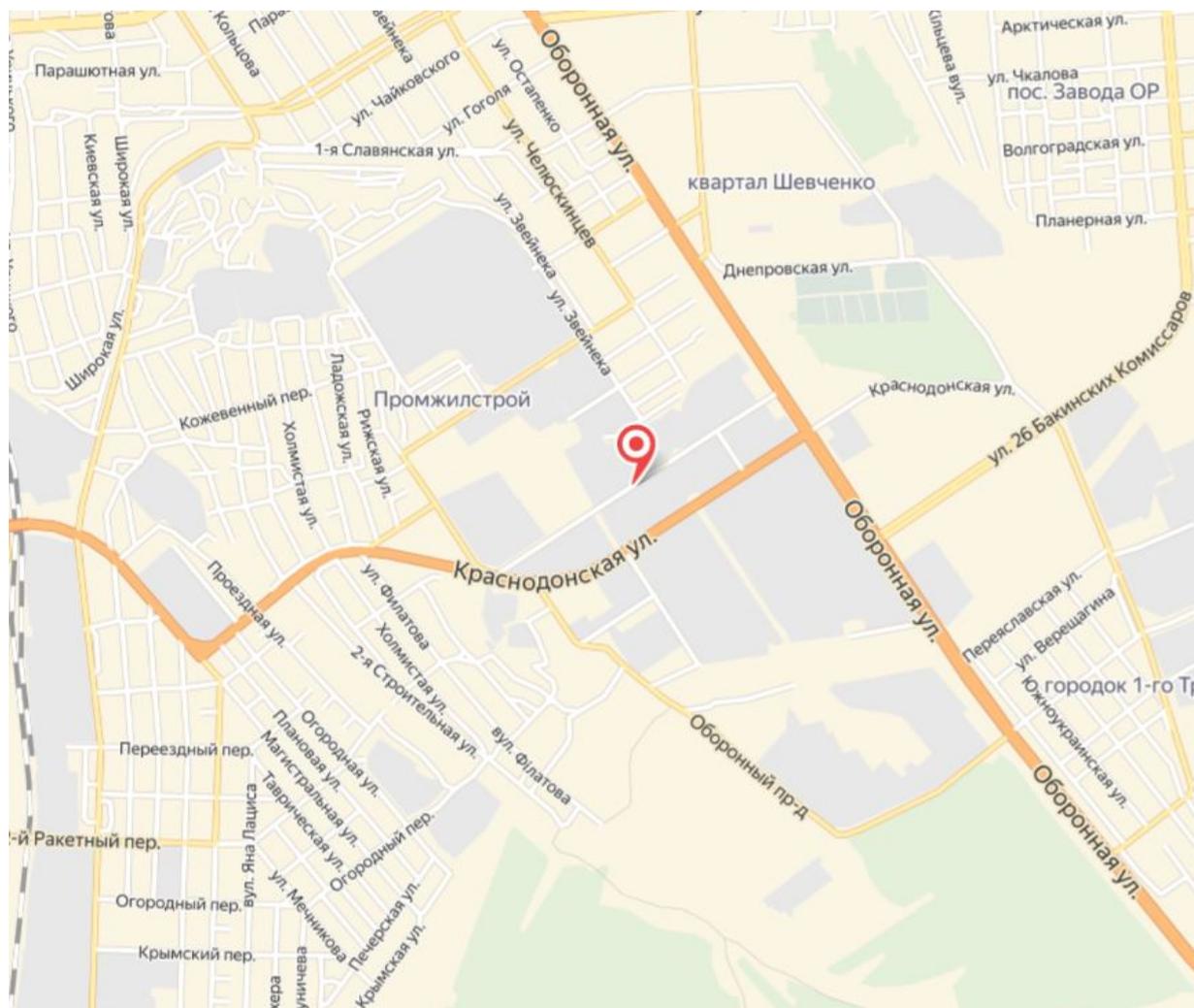


Рисунок 1 Карта-схема района расположения ООО «Укрросресурсы»

Состав оборудования для переработки шин и производства крошки включает:

1. Группу измельчения:

– станок для удаления бортового кольца (вырезатель посадочного кольца);

– станок, обеспечивающий нарезку полос (разрезатель кольца на ленты);

– станок, обеспечивающий нарезку заготовок (чипсов) (нарезатель ленты на заготовки);

– станок, обеспечивающий отделение металлокорда (выжиматель посадочного кольца);

– измельчитель (основной истирающий агрегат вальцы или шредер).

2. Группу сепарации:

– магнитный сепаратор (в составе истирающего комплекса). Чистота очистки: 99–99,8 %;

– комплекс пневмосепарации, состоящий из пневмосепарационной машины, циклона, вентилятора высокого давления, фильтра, системы пневмотранспортировки и пульта управления (воздушный сепаратор);

– вибросито грубой очистки (в составе истирающего комплекса);

– вибросито тонкой очистки (в составе истирающего комплекса).

3. Группу транспортирования:

– ленточный транспортер (транспортер возврата некондиционной крошки);

– ковшовый транспортер (транспортер подачи крошки на магнитный сепаратор);

– шнековый транспортер (транспортер готовой продукции).

Автошины разделяют на куски с помощью механического инструмента, перекалывают в корзины для пиролиза. В реактор пиролиза корзины загружают через верхнюю крышку с помощью крана мостового электрического при температуре в аппарате не менее 75–100 °С. После закрытия уплотнения крышки реактора производится контроль герметичности установки. Температура в аппарате поддерживается на уровне, который обеспечивает работу конденсатора жидких продуктов пиролиза без перегрузки. Для охлаждения холодильника-конденсатора

предусмотрена замкнутая оборотная система водоснабжения с охлаждением на градирне. Для охлаждения аппарата пиролиза до температуры 100 °С производится продувка системы углекислотой с баллона, после чего с помощью крана выгружаются корзины с твердым остатком продуктов пиролиза. Жидкие продукты пиролиза передаются в емкость хранения. К достоинствам разработанной установки можно отнести простоту и надежность конструкции, а также экологическую чистоту технологии. Газовая фаза и твердый остаток используются в топках печей для создания температуры, а жидкая фракция, представляющая собой смесь углеводородов, по своим свойствам может быть доведена до различных товарных продуктов. Твердые отходы, которые представляют собой механические загрязнения после чистки шин и угольную золу из топок печей, по мере накопления вывозят на полигоны.

Процесс пиролиза позволяет контролировать выход газовой, жидкой и твердой фазы изменением температуры.

Виды отходов, образующиеся при работе предприятия, приведены в таблице 1.

Потенциальными источниками воздействия на окружающую среду являются выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и отходы производства. К объектам негативного воздействия относятся: атмосферный воздух, загрязнение которого распространяется на все компоненты и значительные расстояния, поверхностные и подземные воды, почвы, растительный и животный мир, население.

Данные по выбросам от источников получены расчетным путем. Расчетное определение предполагаемых концентраций вредных веществ в приземном слое атмосферы выполнены в программе «ЭОЛ-2002».

Вычисления проводились для организованных источников выбросов по ингредиентам и группам суммаций согласно расчету целесообразности. В результате установлены расчетные размеры санитарно-защитной зоны, параметры которой приведены в таблице 2.

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Таблица 1

Виды образующихся отходов

Наименование отхода	Класс опасности	Объем отходов, т/год
Металлокорд необрезиненный 3511701	неопасные	0,65
Изнюшенная спецдежда хлопчатобумажная 5820903	4-й класс	0,015
Отходы (смет) от уборки территорий 9120800	4-й класс	3
Отходы производства, подобные отходам жизнедеятельности 9120400	неопасные	0,32
Люминесцентные лампы (энергосберегающие) отработанные 3532607	1-й класс	0,0034
Люминесцентные трубки отработанные 3532604	1-й класс	0,012
ПЭТ-бутылки 5711400	3-й класс	0,025
Полиэтилен (пленка, обрезки) 5712106	3-й класс	0,05
Отходы бумаги и картона от делопроизводства 870601	4-й класс	0,025
Отходы упаковочного картона незагрязненные 1870605	4-й класс	0,05
Отходы упаковочной бумаги незагрязненные 1870604	4-й класс	0,05
Отходы упаковочного гофрокартона незагрязненные 1870606	4-й класс	0,05

Таблица 2

Границы санитарно-защитных зон

Направление	Источник загрязнения атмосферы	Расстояние от источника до границы СЗЗ, м
Север (граница участка в северном направлении)	Источник 0006	32
Северо-восток (граница участка в северо-восточном направлении)	Источник 0006	59
Восток (граница участка в восточном направлении)	Источник 0014	50
Юго-восток (граница участка в юго-восточном направлении)	Источник 0014	85
Юг (граница участка в южном направлении)	Источник 0014	69
Юго-запад (граница участка в юго-западном направлении)	Источник 0001	67
Запад (граница участка в западном направлении)	Источник 0001	6
Северо-запад (граница участка в северо-западном направлении)	Источник 0002	15

При оценке существующего состояния окружающей среды характеристике и анализу подлежали:

- природные компоненты и объекты, включая существующий уровень их загрязнения;
- природные и иные ограничения в использовании земельного участка;
- природно-ресурсный потенциал, природопользование;
- социально-экономические условия, в том числе здоровье населения.

Основными источниками непосредственного влияния на человека и окружающую среду являются:

- технологическое оборудование;
- вентиляционное оборудование;
- автомобильный транспорт, передвижающийся по территории.

Критерием существенной значимости таких воздействий является безопасность жизни и здоровья человека, сохранность природных экосистем.

По результатам проведенных расчетов рассеивания загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха, с учетом фоновых концентраций и розы ветров, установлено, что на границе жилой застройки концентрация загрязняющих веществ не превышает уровней гигиенического норматива качества атмосферного воздуха.

Выводы и направление дальнейших исследований. Предприятие по переработке отходов резины позволяет относи-

тельно безопасно утилизировать отслужившие свой срок резиносодержащие изделия, не нанося существенного вреда окружающей среде.

В дальнейшем предполагается выполнить оценку влияния процесса механического измельчения резиновых отходов на окружающую среду ввиду их вторичного вовлечения в изготовление резинотехнических изделий методом вулканизации, получаемых на основе компонентов сырой резины.

Библиографический список

1. Переработка резиносодержащих отходов методом иглофрезерования [Текст] / Д. В. Михальян, Э. П. Левченко, В. П. Долгих, А. Н. Тумин // Актуальные проблемы современной науки: взгляд молодых ученых : сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции. — Алчевск : ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2020. — С. 24–27.
2. Переработка автомобильных шин методом низкотемпературного пиролиза [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://rav.com.ua/useful_know/nature/sorting/piroliz/.
3. Булавин, А. Б. Переработка отработанных автомобильных шин методом низкотемпературного пиролиза [Текст] / А. Б. Булавин, В. Л. Пашкевич // Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів : матеріали конференції. — Донецьк : ДНТУ, 2004. — С. 91–94.
4. Михальян, Д. В. Переработка отходов резины на базе предприятия «Укрросресурсы» [Текст] / Д. В. Михальян, Э. П. Левченко // Материалы Десятой студенческой экологической научно-практической конференции ДонГТУ. — Алчевск : ВУО МАНЭБ, ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2019. — С. 50–56.
5. Переработка резиносодержащих отходов методом иглофрезерования [Текст] / Д. В. Михальян, В. П. Долгих, Э. П. Левченко, А. Н. Тумин // Актуальные проблемы современной науки: взгляд молодых ученых : сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции. — Алчевск : ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2020. — С. 24–27.
6. А. с. СССР № 1698075 МПК В 29 В 17/00. Способ измельчения изношенных покрышек [Текст] / В. Н. Алтухов, Э. П. Левченко, Н. А. Мосягин, И. И. Шаповалова ; заявитель и патентообладатель Коммунарский горно-металлургический институт. — № 4790504/05 ; заявл. 12.02.90 ; опубл. 15.12.91, Бюл. № 46. — 2 с. : ил.

© Левченко Э. П., Левченко О. А., Михальян Д. В.

Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. ЭиБЖД ДонГТИ Подлипенской Л. Е., д.м.н., и.о. гл. врача ГС «Алчевская городская СЭС» Капрановым С. В.

Статья поступила в редакцию 17.04.2020.

**PhD Levchenko E. P., PhD Levchenko O. A., Mikhalyian D. V. (DonSTI, Alchevsk, LPR)
ENVIRONMENTAL ASPECTS OF RUBBER WASTE RECYCLING BY
THERMODESTRUCTION METHOD**

The paper is devoted to identifying the harmful factors influence on the environment in the conditions of industrial activity of rubber recycling industries using thermal destruction technology. The types of recyclable waste and emissions of the enterprise are presented.

Key words: rubber waste, processing, thermal destruction, emissions, pollution sources, environment.

УДК 504.064.47

к.т.н. Проценко М. Ю.,
Воронько М. И.
(ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ КОНВЕРТЕРНОГО И ФЕРРОСПЛАВНОГО ПРОИЗВОДСТВ ДЛЯ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫХ РАСПЛАВОВ

Проанализированы основные физико-химические свойства пыли и шлака от производства ферросилиция и ферросиликомарганца, а также пыли от производства стали в кислородном конвертере. Выполнена оценка вредного воздействия на организм человека и даны рекомендации для дальнейшего применения данных отходов при внепечной обработке металла методом дугового глубинного восстановления.

Ключевые слова: кислородный конвертер, сухая газоочистка, электрофильтр, химический и фракционный состав, рециклинг, экология, отходы, ферросилиций, ферросиликомарганец, пыль, шлак, кремний, марганец, дуговое глубинное восстановление.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. В настоящее время конвертерное производство стали и производство ферросплавов являются одними из наиболее ресурсоемких металлургических переделов и характеризуются образованием большого количества отходов производства, основную долю которых составляют шлаки, шламы и пыль. Анализ физико-химических свойств этих отходов показывает, что они содержат достаточно большое количество компонентов, полезных не только для различных металлургических переделов, но и для других отраслей промышленности.

Постановка задачи. Возвращение ценных компонентов, содержащихся в отходах конвертерного производства стали и ферросплавов, в технологический процесс для полной или частичной замены традиционного сырья является важной научно-технической задачей.

Основной **целью** настоящей работы является утилизация и повторное использование отходов в современных условиях, характеризующихся повышенным дефицитом основных сырьевых материалов, а также ухудшением экологической обстановки ввиду складирования и хранения различных техногенных материалов.

Объект исследования — процесс внепечной обработки железоуглеродистых расплавов методом дугового глубинного восстановления (ДГВ).

Предмет исследования — анализ физико-химических свойств отходов конвертерного и ферросплавного производств для процесса ДГВ.

Основная задача, решаемая в исследованиях, заключается в объективной оценке металлургической ценности отходов конвертерного и ферросплавного производств для процесса ДГВ. Данная оценка основывается на определении в отходах полезных компонентов для металлургических технологий.

Методики исследования. При проведении исследований использовали стандартные методики отбора проб, а их анализ проводили в центральной лаборатории и лаборатории кислородно-конвертерного цеха (ККЦ) с использованием стандартных методик и сертифицированного оборудования. Результаты опытных данных были статистически обработаны с помощью стандартного пакета программы Microsoft Excel.

Изложение материала и его результаты. На металлургических предприятиях с технологией сухой очистки конвертерных газов образуется много пыли, количество которой зависит от режимов продувки в кон-

ГЕОЭКОЛОГИЯ

вертере, химического и гранулометрического составов шихтовых и шлакообразующих материалов и составляет 13–32 кг/т [1]. Масса металлических частиц в газах может достигать 1–1,5 % от садки плавильного агрегата. В результате окисления FeO до Fe₂O₃ при отводе газов с дожиганием развиваются высокие температуры. Пылевидные частицы имеют черно-бурый цвет и различную крупность. Количество частиц размером меньше 0,5 мкм составляет примерно 20 %, 0,5–1 мкм — 65 % и >1 мкм — 15 % [2]. В ходе продувки химический состав пыли изменяется. При переработке низкофосфористых чугунов содержание железа в пыли возрастает с 50 до 70 %, содержание CaO находится в пределах 5–14 %, SiO₂ — 0,7–3 %, фосфора — 0,16–0,3 %, серы — 0–0,12 %.

В ККЦ филиала № 12 ЗАО «Внешторгсервис» помимо основной газоочистки имеется ряд аспирационных установок, обеспечивающих пылеулавливание на всех стадиях организации производства стали:

– установка очистки газа неорганизованных выбросов конвертеров № 1 и № 2 предназначена для улавливания, транспортировки и очистки пылегазовоздушной смеси, образующейся на разных стадиях технологического процесса производства стали в конвертерах № 1, № 2. Насыщенные пылью газы собираются вытяжными колпаками над конвертерами в зонах завалки лома, заливки чугуна, слива стали и барботажных стенов внепечной обработки стали;

– установка очистки газа отделения перелива, десульфурации чугуна и скачивания шлака предназначена для очистки пылегазовоздушной смеси, улавливаемой в зонах перелива чугуна из чугуновозных ковшей в заливочные ковши, десульфурации чугуна и скачивания шлака;

– установка очистки газа отделения подачи сыпучих и ферросплавов (ФС) предназначена для очистки, запылённой пылегазовоздушной смеси, удаляемой от бункеров в местах загрузки, от укрытий в местах перегрузки и выгрузки сыпучих и ферросплавов в конвертеры и сталеразливочные ковши;

– установка очистки газа отделения хранения сыпучих и ферросплавов предназначена для очистки, запылённой пылегазовоздушной смеси, удаляемой от укрытий мест перегрузки и выгрузки материалов участка хранения сыпучих и ферросплавов, а также узла грохочения извести;

– установка очистки газа «агрегата ковши-печь» (АКП) предназначена для очистки газов, поступающих из двух областей всасывания: первичного отходящего газа из двух позиций АКП и запылённого воздуха, поступающего из установки подачи ферросплавов и легирующих присадок в ковши.

Удельное образование пыли в аспирационных установках ККЦ, а также ее химический и фракционный составы представлены в таблицах 1–3 [3].

Таблица 1

Химический состав пыли, образуемой на различных участках технологии

Компонент пыли	Участок образования пыли и содержание в ней основных компонентов, %						
	скруббер (крупная фракция)	ЭСФ (мелкая фракция)	неорганизованные выбросы КК	перелив и десульфурация чугуна	подача сыпучих и ФС к КК	выгрузка и хранение сыпучих и ФС	АКП
Fe _{общ.}	55,2	54,2	34,7	58,7			21,7
Fe _{мет.}	25,8	6,8	1,1	1,7			0,7
FeO	28,0	19,3	8,0	9,6			2,2
Fe ₂ O ₃	11,0	46,8	39,1	70,9	5,4	3,9	28,2
SiO ₂	2,9	2,6	4,9	1,9	7,9	5,2	8,6
CaO	23,4	13,8	19,7	5,7	51,8	51,5	21,5
MgO	3,4	2,0	3,2	2,1	6,3	5,2	12,1

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Таблица 2

Фракционный состав пыли, образующейся на различных участках технологии, %

Фракция пыли	скруббер (крупная фракция)	ЭСФ (мелкая фракция)	неорганизованные выбросы КК	перелив и десульфурация чугуна	подача сыпучих и ФС к КК	выгрузка и хранение сыпучих и ФС	АКП
<0,1 мм	9,6	20,7	18,8	2,5	10,1	4,9	17,9
0,1–0,2 мм	26	18	65,7	22,5	82,0	89,0	37,8
0,2–0,4 мм	44	41	12,2	68,2	7,5	4,7	35,6
0,4–0,5 мм	6	12	1,2	2,2	0,1	0,2	4,7
0,5–1,0 мм	12	8	1,5	3,2	0,1	0,5	3,2
1,0–1,6 мм	2	0,1	0,5	1,2	0,2	0,7	0,7
>1,6 мм	0,4	0,2	0,1	0,2	0	0	0,1

Таблица 3

Удельное образование пыли на различных участках технологии, кг/т

скруббер (крупная)	ЭСФ (мелкая)	неорганизованные выбросы КК	перелив и десульфурация чугуна	подача сыпучих и ФС к КК	выгрузка и хранение сыпучих и ФС	АКП
5,0–7,9	11,5–14,1	0,5–1,1	0,5–1,8	0,6–1,5	0,3–1,4	0,1–0,3

Анализ представленных в таблицах 1–3 данных показывает, что удельное образование пыли с аспирационных установок ККЦ составляет 21,9–26,8 кг/т, а содержание общего железа в смеси пыли (с учетом удельного образования) находится в пределах 46,3–50,9 %.

На основании результатов химического анализа пыль можно условно разделить на две основные группы — железосодержащая и известковая. В состав всей пыли, кроме участка сыпучих, входят цинк и свинец, содержание которых увеличивается с повышением доли лома в шихте конвертерной плавки и имеет тенденцию к накоплению [3].

На предприятиях по производству ферросплавов основными источниками загрязнения окружающей среды являются рудотермические печи и участки подготовки шихты и дробления сплавов. Основными вредными выбросами в атмосферу при производстве ферросилиция (ФС) и ферросиликомарганца (МнС) являются колошниковые газы (отходящие газы), в состав которых входит мелкодисперсная пыль. Неотъемлемым попутным продуктом при производстве ферросплавов является шлак, который вывозят на шлаковые отвалы, и он также ухудшает эко-

логическую обстановку. Колошниковые газы содержат нетоксичную и токсичную пыль, которая содержит окислы железа, меди, цинка, свинца, хрома, кремния, марганца и т. д. В зависимости от вида выплавляемого сплава и мощности печи суммарное количество пыли, образующейся в результате технологических процессов, может составлять десятки тонн в сутки. При производстве ФС на 1 т выплавляемого кремния образуется от 300 до 900 кг пыли, а при производстве МнС образуется от 200 до 600 кг пыли на 1 т полученного сплава. Данное ферросплавное производство загрязняет атмосферный воздух в радиусе от 2 до 3 км от предприятия мельчайшими частицами SiO₂, MnO, CaO, MgO, Al₂O₃, FeO+Fe₂O₃, наибольшее содержание которых наблюдается на расстоянии около 500 м от предприятия. Содержание этих составляющих меняется в зависимости от типа сплава и состава шихты, при этом запыленность газа составляет 15–40 г/м³, из них 65–80 % частиц пыли имеют размерность менее 5 мкм и 98 % менее 10 мкм. Примерный компонентный состав пыли, содержащейся в отходящих газах при производстве ферросплавов приведен в таблице 4 [4, 5].

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Таблица 4

Химический состав пыли при выплавке ФС, МнС и ферромарганца (ФМн), %

Тип сплава	SiO ₂	MnO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	C	S	Прочие
ФС	91,0	–	0,68	0,69	0,85	1,01	0,61	1,23	0,98	0,26	2,69
МнС	30-50	10-25	2,3-3,5	–	3,75	1,2-3,0	–	–	–	–	48,20
МнС*	29,2	46,0	1,5	–	2,13	–	–	–	–	–	21,17
Доменный ФМн	15,1	20,8	5,37	–	15,6	–	–	–	–	–	43,13

*филиал № 13 «Стахановский завод ферросплавов» ЗАО «Внешторгсервис»

В химическом составе пыли при выплавке ФС и МнС преобладает SiO₂ и MnO, частицы которого размером 0,3–5,0 мкм воздействуют на легочную ткань человека и в тяжелых случаях могут вызывать катаральные изменения дыхательных путей, образование затвердеваний в околобронхиальных узлах, эмфизему легких т. д. На всех стадиях получения МнС, а также его хранения и использования необходимо строго соблюдать требования безопасной работы. Марганец по токсикологической характеристике относится ко II классу опасности (ГОСТ 12.1.007). Длительное воздействие марганца на организм может вызвать органические изменения в центральной нервной системе, а вдыхание пыли — особую форму пневмокониоза — манганокониоз. Однако случаи отравления пылью марганецсодержащих веществ отмечались лишь при концентрациях, в 3–10 раз превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК). ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны составляют: марганца (в пересчете на MnO₂) — 0,3 мг/м³, пыли — 4 мг/м³, ПДК марганца (Mn²⁺) в питьевой воде составляет 0,1 мг/дм³.

При производстве ФС и МнС образуется большое количество твердых отходов, таких как остатки шихтовых материалов, шлака, полуфабрикатов, образовавшихся при производстве продукции или при выполнении производственных работ и утративших полностью или частично потребительские свойства. Отходы складываются на больших площадях, которые занимают тысячи гектаров полезных земель, загрязняя регион. При выплавке МнС образуется

от 800 до 1200 кг шлака на 1 т полученного сплава, а при выплавке ФС образуется незначительное количество шлака от 3 до 10 % от массы выплавляемого металла, поэтому его еще называют бесшлаковый процесс (на 1 т ФС45 получается 25–50 кг шлака и на 1 т ФС75 35–70 кг шлака), однако шлаковые отвалы оказывают пагубное воздействие на окружающую среду, загрязняя литосферу и гидросферу. Шлаки от производства ФС и МнС содержат компоненты, которые могут быть полезными для различных технологий производства черных металлов. Состав шлака при выплавке ФС и МнС приведен в таблице 5.

Фактически шлаки ФС и МнС являются сложной гетерогенной системой, представленной оксидной фазой, включениями карбида кремния, запутавшимися в шлаке корольками сплава и частицами восстановителя. Основными источниками образования шлака при производстве ФС и МнС является присутствие примесей в шихтовых материалах и прочные комплексные оксиды, которые по физико-химическим условиям процесса не могут быть восстановлены. Существенного различия в составе шлака при выплавке ФС20, ФС25, ФС45, ФС75 и ФС90 не наблюдается [6–8]. Переработка шлака и пыли при производстве ФС и МнС, а также их возвращение в металлургический цикл не получило в современном мире широкое распространение и сегодня на большинстве металлургических заводов Европы и Америки ведется работа по утилизации образующихся отходов, включая разработку старых отвалов ишламоотстойников [9].

Таблица 5

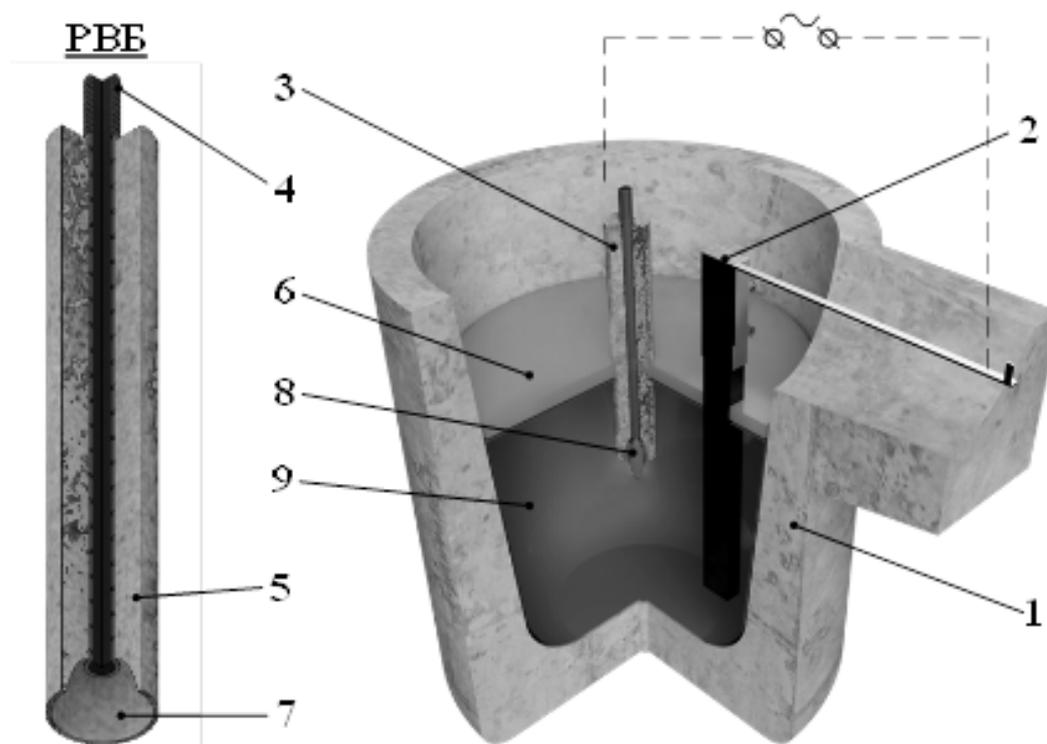
Состав шлака при выплавке ФС и МнС

Тип сплава	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Mn	CaO	MgO	SiC	Корольки сплава
ФС	30–50	10–30	–	8–15	2–5	10–20	10–40
МнС	40–47	5–7	13–15	12–13	2,9–3,1	–	–
МнС*	41,5	8,74	12,5	14,9	4,74	–	–

*филиал № 13 «Стахановский завод ферросплавов» ЗАО «Внешторгсервис»

Поэтому для улучшения экологической ситуации и повышения технико-экономических показателей процесса актуальным является разработка новых эффективных технологий, предусматривающих использование данных отходов для частичной или полной замены традиционного сырья. В данный момент работа ведется над усовершенствованием технологии дугового глубинного восстановления (ДГВ) марганца и кремния с использованием в качестве основного сырья различ-

ных марганец- и кремнийсодержащих материалов, таких как шлак и шлам от производства ферросиликомарганца и ферросилиция, песок, кварцит и т. д. [10]. Параллельно ведется работа по использованию конвертерной пыли в металлургических технологиях и в виде добавки для рудно-восстановительной смеси дугового блока при внепечной обработке. Принципиальная схема технологий обработки расплавов по методу ДГВ представлена на рисунке 1.



1 — тигель сталеплавильной печи или ковш; 2 — графитовый контактный электрод; 3 — рудно-восстановительный блок (РВБ); 4 — комбинированный электрод; 5 — рудно-восстановительная смесь; 6 — шлак; 7 — пусковая полость; 8 — электрическая дуга; 9 — обрабатываемый расплав

Рисунок 1 Принципиальная схема реализации процесса ДГВ

Одним из основных преимуществ метода ДГВ является ресурсосбережение вследствие использования в качестве шихты бедных руд, шлаков, шламов, отходов и вторичных материалов для замены дорогостоящего первичного рудного сырья.

Данная технология предусматривает расположение в тигле или ковше (1) графитового контактного электрода (2) и рудно-восстановительного блока (3), который снабжен комбинированным токопроводящим электродом (4), вокруг которого набита рудно-восстановительная смесь (5), состоящая из сырья, в состав которого входит ценный элемент, восстановителя и связки. Рудно-восстановительный блок и графитовый контактный электрод подключаются к источнику питания и располагаются в тигле или ковше (1) ниже уровня шлака (6). В области пусковой полости «каверне» (7) горит электрическая дуга (8), от которой поступает необходимая энергия для протекания физико-химических процессов, реакций восстановления оксидов и растворения элементов в обрабатываемом расплаве (9).

Данный метод был успешно реализован на нескольких машиностроительных и литейных предприятиях для раскисления и легирования железоуглеродистых расплавов. Опробованная технология ДГВ марганца и кремния из отходов от ферро-

сплавного производства показала свою достаточно высокую эффективность (степень извлечения марганца 70–80 %, кремния до 37 %), в сравнении с традиционной технологией, предусматривающей использование дорогостоящих ферросплавов и лигатур [11]. Кроме того, более низкая себестоимость такого вида обработки позволяет получить значительный экономический эффект и положительное влияние на экологию [12].

Выводы и направление дальнейших исследований. По результатам проведенных исследований следует отметить, что при производстве стали и ферросплавов теряется с отходами значительная часть полезных компонентов, переходящих в основном в шлак и пыль. Отходы производства черных металлов складываются на огромных открытых территориях, тем самым загрязняя окружающую среду и обостряя экологическую ситуацию региона, а применение технологии дугового глубинного восстановления элементов из отходов позволяет вернуть ценный химический элемент в металлургический передел, улучшает экологию и дает возможность использования невозобновляемых ресурсов. Дальнейшие исследования будут направлены на повышение технико-экономических показателей внепечной обработки с использованием данных отходов.

Библиографический список

1. Santanur, K. R. *Evaluation of Dust Generated from Basic Oxygen Furnace Steel Making [Text]* / K. R. Santanur, Gautam Chattopadhyay & Asim K. Ray // *Journal of the Air & Waste Management Association*. — 1997. — Issue 47 (6). — pp. 716–721.
2. Бережинский, А. И. *Утилизация, охлаждение и очистка конвертерных газов [Текст]* / А. И. Бережинский, П. С. Хомутинников. — М. : Металлургия, 1967. — 216 с.
3. Тюляев, Д. В. *Анализ физико-химических свойств и технологической ценности конвертерной пыли [Текст]* / Д. В. Тюляев, С. В. Куберский, М. Ю. Проценко // *Сб. науч. трудов ДонГТУ*. — Алчевск : ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2019. — Вып. 56. — С. 34–39.
4. Розенберг, В. Л. *Рудовосстановительные электропечи. Энергетические показатели и очистка газов [Текст]* / В. Л. Розенберг, А. Ю. Вальдберг. — М. : Энергия, 1974. — 130 с.
5. Толстогузов, Н. В. *Теоретические основы и технология плавки кремнистых и марганцевых сплавов [Текст]* / Н. В. Толстогузов. — М. : Металлургия, 1992. — 239 с.
6. Гасик, М. И. *Теория и технология производства ферросплавов [Текст]* : учеб. для вузов / М. И. Гасик, Н. П. Лякишев, Б. И. Емлин. — М. : Металлургия, 1988. — 784 с.

ГЕОЭКОЛОГИЯ

7. Воскобойников, В. Г. *Общая металлургия [Текст] : учебник для вузов / В. Г. Воскобойников, В. А. Кудрин, А. М. Якушев. — [6-е изд., перераб и доп.]. — М. : ИКЦ «Академкнига», 2005. — 768 с.*

8. Зубов, В. Л. *Электрометаллургия ферросилиция [Текст] / В. Л. Зубов, М. И. Гасик. — Днепропетровск : Системные технологии, 2002. — 704 с.*

9. *Снижение экологической нагрузки при обращении со шлаками черной металлургии [Текст] : монография / К. Г. Пугин и др. — Пермь : Перм. гос. техн. ун-т, 2008. — 316 с.*

10. *Использование метода дугового глубинного восстановления для извлечения кремния из песка в железоуглеродистые расплавы [Текст] / С. В. Куберский, М. Ю. Проценко, М. И. Воронько, И. А. Белан // Сб. науч. трудов ДонГТУ. — Алчевск : ГОУ АПО ЛНР «ДонГТУ», 2019. — Вып. 57. — С. 37–45.*

11. *Куберский, С. В. Внепечная обработка расплавов методом дугового глубинного восстановления [Текст] : монография / С. В. Куберский, А. Н. Смирнов, М. Ю. Проценко. — Германия : LAMBERT Academic Publishing, 2014. — 116 с.*

12. *Проценко, М. Ю. Разработка ресурсосберегающей технологии дугового глубинного восстановления марганца из шлака силикомарганца в железоуглеродистые расплавы [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.16.02 / Проценко Михаил Юрьевич ; ДонГТУ. — Лисичанск, 2017. — 191 с.*

© Проценко М. Ю.

© Воронько М. И.

Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. МЧМ ДонГТИ Должиковым В. В., ст. мастером участка разливки стали ККЦ Филиала № 12 ЗАО «Внешторгсервис» Максаевым Е. Н.

Статья поступила в редакцию 19.06.2020.

**Ph.D. Protsenko M. Yu., Voronko M. I. (DonSTI, Alchevsk, LPR)
USE OF CONVERTER AND FERRO-ALLOY PRODUCTION WASTE FOR
EXTERNAL-STEEL TREATMENT OF IRON-CARBON MELTS**

The basic physical and chemical properties of dust and slag from the production of ferrosilicon and ferrosilicon manganese, as well as dust from the production of steel in an oxygen converter, have been analyzed. An assessment of harmful effects on the human body has been made and recommendations are given for further use of these wastes during after-furnace metal processing by the deep arc reduction method.

Key words: oxygen converter, dry gas purification, electrostatic precipitator, chemical and fractional composition, recycling, ecology, waste, ferrosilicon, ferrosilicon manganese, dust, slag, silicon, manganese, deep arc reduction.

УДК 504:629.056.8

*к.т.н. Подлипенская Л. Е.,
Горельников С. А.,
Кусайко Н. П.
(ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР)*

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ В ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Работа посвящена актуальным вопросам применения глобальных навигационных спутниковых систем для экологической оценки состояния компонент окружающей среды. Авторами рассматриваются основы спутниковой навигации, изучаются и сравниваются современные глобальные навигационные спутниковые системы и их составляющие. Анализируется опыт создания и развития GPS-станции на базе Центра лазерно-оптических измерений «Орион» Донбасского государственного технического университета и изучается возможность использования потенциала станции на современном этапе в геоэкологических исследованиях территории Луганской Народной Республики.

Ключевые слова: геоэкологические исследования, Луганская Народная Республика, пространственные координаты объекта, глобальная навигационная спутниковая система, ГНСС, GPS, ГЛОНАСС.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. Проблема охраны и сохранения окружающей среды является сложной и многогранной и требует при своем решении использования большого количества накопленных знаний и умений в области экологии, геоэкологии, природопользования, геодезии и других наук о Земле, а также применения современных подходов, методов и средств.

Экологический мониторинг, направленный на проведение наблюдений и прогнозирование состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов, является одним из важнейших элементов системы управления природопользованием и защиты окружающей среды. При решении многочисленных задач по оценке состояния различных компонент окружающей среды обычно используются как картографическая информация ретроспективного характера, так и текущие данные о пространственном размещении наблюдаемых объектов и их морфометрические характеристики.

В настоящее время для получения актуальных географических данных объектов

геоэкологического анализа используются различные методы (в зависимости от целей измерения и технических возможностей), к основным из которых относят [1]:

- геодезический метод (триангуляция, полигонометрия, трилатерация, прямые, обратные или комбинированные засечки и иные геодезические методы);
- метод спутниковых измерений;
- фотограмметрический метод;
- картометрический метод;
- аналитический метод.

В данной работе рассматривается определение положения объекта на поверхности Земли методом спутниковых измерений, для которого используется глобальная навигационная спутниковая систем (ГНСС или GNSS), преимущество которой заключается в высокой оперативности, оптимальной точности и эффективности, глобальности, четкой временной привязке и возможности сбора данных в различных картографических проекциях. ГНСС-результаты представляются в цифровом виде и могут быть легко экспортированы в картографические или географические информационные системы (ГИС).

Актуальность применения глобальных систем позиционирования в области экологии и природопользования обусловлена, прежде всего, необходимостью создания, ведения и совершенствования ГИС экологической направленности, являющихся важным звеном для принятия эффективных решений в управлении природопользованием. Территория Донбасса, являясь высоко техногенно нагруженной, и как следствие, имеющая в значительной степени преобразованные природные ландшафты и деградированные земли, требует проведения регулярных наблюдений за состоянием компонент окружающей среды. Комплексный геоэкологический анализ данного региона не возможен без разработки региональных геоинформационных систем и применения методов спутниковой навигации. В связи с этим тема настоящей работы является актуальной.

Постановка задачи. Для Луганской Народной Республики необходимость использования ГНСС продиктована существенной перестройкой и реорганизацией систем государственного управления народным хозяйством в сложных условиях (в том числе усугубленных серьезностью экологической ситуации, разрывом традиционных экономических, социальных, научных связей и пр.) Необходимо проанализировать текущее состояние имеющихся технических средств, используемых ранее для картографирования объектов Луганской области, обосновать и составить конфигурацию наземных приемников радиосигналов ГНСС, которая позволила бы, с одной стороны, эффективно решать картографо-геодезические задачи в экологии и природопользовании, а с другой стороны, имела бы приемлемые стоимостные характеристики и высокие показатели надежности результатов.

В связи с этим *цель* настоящей работы заключается в оценке возможностей использования глобальных спутниковых систем навигации для геоэкологических исследований территорий в современных условиях Луганской Народной Республики.

Объект исследования — глобальные навигационные спутниковые системы, и в частности, их пользовательский сегмент (наземный), представленный GPS-станциями и конечными пользователями.

Предмет исследования — возможности использования ГНСС в геоэкологических исследованиях Донбасса.

Задачи исследования:

- рассмотрение принципов построения ГНСС и исследование особенностей их современной реализации;
- изучение современного состояния GPS-станций на территории ЛНР;
- оценка возможностей использования глобальной спутниковой навигации для решения задач экологии и природопользования в условиях Луганской Народной Республики.

Методика исследования. Исследование перспектив использования GPS-навигации в геоэкологических исследованиях региона выполнено на основе информационного и структурного анализа современных технических средств, способов и методов спутниковой навигации и их возможностей при определении пространственных характеристик природных, природно-техногенных и техногенных объектов Донбасса на современном этапе.

Изложение материала и его результаты.

1. Основы спутниковой навигации.

Глобальная навигационная спутниковая система — это система, позволяющая определять местоположение объектов местности с применением специальных навигационных или геодезических приемников. Кроме этого, спутниковые системы навигации позволяют получить информацию о скорости и направлении движения приёмника сигнала, а также могут использоваться для калибровки точного времени.

ГНСС состоит из трех сегментов: космического, наземного и пользовательского [2]:

- Космический сегмент представляет собой созвездие (группировку) навигационных спутников. Основная функция каждого спутника — формирование и излуче-

ние радиосигналов, необходимых для навигационных определений потребителей и контроля бортовых систем спутника.

– Наземный сегмент включает в себя космодром, командно-измерительный комплекс и центр управления. Космодром обеспечивает вывод спутников на требуемые орбиты при первоначальном развертывании навигационной системы, управление спутниками в случае необходимости коррекции их траекторий движения, а также периодическое восполнение спутников по мере их выхода из строя или выработки ресурса.

– Пользовательский (наземный) сегмент включает все приемники, выполняющие определение своего местоположения.

В зависимости от вида принимаемых и обрабатываемых сигналов приемники делятся на одночастотные и двухчастотные; кодовые и фазовые [3, 4].

Кодовые приемники предназначены для определения трехмерного положения точки, скорости и направления движения. Они позволяют определять плановое положение объекта, как правило, с точностью до единиц метров, а высотное положение определяется с точностью порядка 10 м.

Двухчастотные кодовые приемники обеспечивают субметровую точность. Эти приемники удобны при выполнении полевых географических, геологических работ, экологических полевых наблюдений, планировании лесоустройства и охотничьих угодий. Полученные результаты могут накапливаться и храниться в памяти прибора, а затем вводиться в компьютер для дальнейшей обработки. Приемники имеют малые габариты и массу, приемлемую стоимость, работают в широком диапазоне температур и малоэнергоёмки.

Приемники, использующие фазовый метод позиционирования, имеют более высокую точность — на уровне 1 см и меньше.

Принцип работы системы спутниковой навигации базируется на беззапросных измерениях расстояний (дальностей) между навигационными спутниками, положение

которых известно с достаточно высокой точностью, и спутниковым приемником потребителя, установленным на точке, координаты которой требуется определить. Навигационные спутники, имеющие на своем борту атомные часы, синхронизированные с системным временем, излучают электромагнитные волны, в которых закодированы навигационные сообщения для наземных приемников о времени и положении их в пространстве.

На Земле приемник, используя сигналы приемлемого качества от спутников, попадающих в зону видимости, определяет свои пространственные координаты x, y, h по способу пространственной обратной линейной засечки.

Способ измерения дальностей основан на вычислении времени прохождения сигнала от спутника до приемника [5], которое определяется по задержке принимаемого сигнала в приемнике. Если часы спутника и получателя синхронизированы, и сигнал перемещается по линии прямой видимости, тогда дальность, соответствующая реальной дистанции от точки $M(x, y, h)$ до спутника, определяется как произведение скорости распространения волны в атмосфере на величину задержки времени. Однако в большинстве случаев часы не синхронизированы, в результате чего к трем неизвестным x, y, h добавляется неизвестный четвертый параметр b — время рассогласования часов приемника с часами системного времени спутников. Следовательно, для определения четырех неизвестных необходимо иметь в зоне доступности приемника минимум четыре спутника.

Такой метод, использующий для определения текущего положения точки один приемник спутниковых сигналов, называется абсолютным. На рисунке 1 представлена принципиальная схема определения местоположения потребителя (точка $M(x, y, h)$) абсолютным методом на основе измерения дальностей до четырех наблюдаемых одновременно искусственных спутников Земли (ИСЗ).

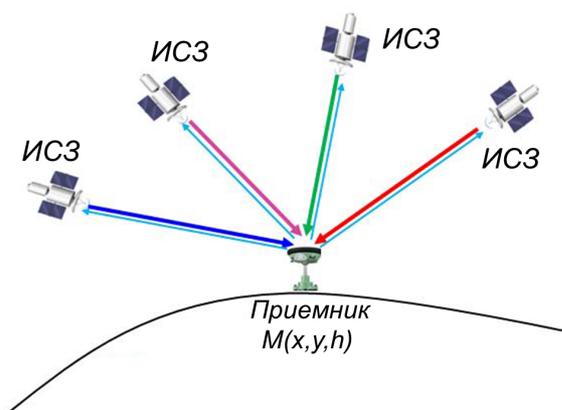


Рисунок 1 Схема определения координат приемника абсолютным способом

Абсолютный метод дает сравнительно невысокую точность определения координат — от трех до 15 метров.

На точность решения навигационной задачи по определению местоположения объекта влияют следующие факторы [6]:

- геометрическое расположение навигационных космических аппаратов (НКА), используемых в решении;
- погрешности формирования бортовых шкал времени НКА, вызванные рассинхронизацией бортовых часов НКА;
- эфемеридные погрешности НКА. Возникают при маневрах спутников, о которых пользователь заранее не предупрежден;
- погрешности за счет распространения навигационных радиосигналов в атмосфере (ионосферные и тропосферные погрешности);
- неоднородность гравитационного поля Земли, влияющая на орбиты спутников;
- неоднородность атмосферы, из-за которой скорость и направление распространения радиоволн может меняться в некоторых пределах;
- отражения сигналов от наземных объектов, что особенно заметно в городе;
- аппаратные погрешности НКА;
- наличие в системе специальных мер по загроблению точности;
- релятивистские эффекты.

Также влияет способ измерения дальности в приемнике — кодовый или фазовый.

В первом случае сравнивают коды полученного со спутника сигнала и сгенерированного в самом приемнике, а во втором — фазы. Наиболее точными являются фазовые измерения.

Для определения пространственного положения с более высокой точностью необходимо выполнять измерения в дифференциальном режиме с помощью двух приемников (рис. 2), один из которых выступает базовым и устанавливается на точке с известными координатами (на базовой станции), а второй выступает в качестве роверного (передвижного) для определения координат интересующих точек.

Оба приемника должны работать одновременно. На базовой станции измеренные расстояния до спутников сравнивают с вычисленными по известным координатам точки и определяют их разности, называемые дифференциальными поправками. Эти поправки учитываются в ходе вычислений координат ровера после измерений либо при использовании радиомодемов уже в процессе измерений. Такой метод повышения точности измерения координат называют DGPS или СДК (системы дифференциальной коррекции). При этом компенсируются как атмосферные искажения, так и эфемеридные ошибки. В основе метода лежит положение о том, что влияние различных источников ошибок на результаты измерений одинаково как для базового, так и для мобильного приемника [1].

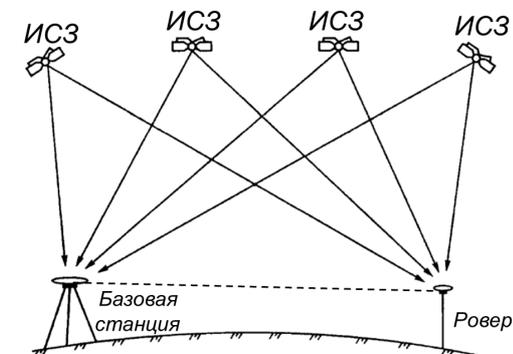


Рисунок 2 Схема определения координат приемника дифференциальным способом

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Опорная станция формирует корректирующее сообщение, содержащее, в первую очередь, фазовые наблюдения на базе и при необходимости прочую информацию. Ровер, получив эту информацию, с помощью соответствующей программы вычисляет дифференциальные поправки для собственного местоположения и времени, после чего они передаются пользователю.

2. Современные глобальные навигационные спутниковые системы. В настоящее время глобальная навигационная спутниковая система ГНСС включает в себя следующие системы: российскую

ГЛОНАСС, американскую (США) GPS; китайскую BeiDou; европейскую Galileo. Япония и Индия разворачивают региональные навигационные спутниковые системы QZSS и NavIC соответственно. В таблице 1 представлены основные характеристики современных глобальных навигационных спутниковых систем.

Все спутниковые навигационные системы отличаются сигналом, количеством спутников, одновременно находящихся на орбите, орбитальными параметрами полета спутников. Рассмотрим более подробно системы GPS и ГЛОНАСС [7–9].

Таблица 1

Основные характеристики ГНСС (составлено по данным сайта ГЛОНАСС [7])

Основные характеристики	Глобальные навигационные спутниковые системы			
	ГЛОНАСС	GPS	GALILEO	BEIDOU
Страна создания системы ГНСС	Россия	США	Европейский Союз	Китай
Космодром	Байконур, Казахстан	Мыс Канаверал, США	Куру, Гвиана	Сичан, Китай
Число ИСЗ (номинальное)	24	24	27	27
Число орбитальных плоскостей	3	6	3	3
Число ИСЗ в орбитальной плоскости	8	4	9	9
Орбиты	Близкие к круговой			
Высота орбит, км	19100	20145	23222	21528
Наклонение орбит, град.	64,8	55	56	55
Система координат	ПЗ-90	WGS-84	GTRF	CGCS2000

Система GPS. Перенос от спутника к приемнику всей информации осуществляется с помощью несущих электромагнитных колебаний, излучаемых на частотах L1 гражданского назначения (в свободном доступе, код C/A) и L2 военного назначения (в закрытом доступе, защищенном точным P-кодом).

Коды C/A (Clear Aquisition — полностью доступный) и P (Precise — точный) представляют собой бинарные коды. Они имеют характеристики случайного естественного шума, но в отличие от последнего легко воспроизводятся средствами элек-

троники. Каждому спутнику соответствует своя последовательность кодов.

При проектировании системы GPS прогнозировалось, что точность навигационных определений с использованием C/A-кода будет находиться в пределах 400 м. В реальности оказалось, что точность измерений по C/A-коду в 10 и более раз выше — 15–40 м (по среднеквадратическому отклонению). Возможность получения подобной точности измерений в свободном доступе вызвала в США опасения, что сигналы GPS могут быть использованы потенциальным противником. В каче-

стве защитной меры, начиная с космического аппарата Block II, в GPS был реализован метод преднамеренной деградации (загрубления) точности навигационно-временного обеспечения гражданских потребителей. Деактивация режима селективного доступа была осуществлена 2 мая 2000 г. В результате точность автономной навигации возросла почти в 10 раз, что дало гигантский импульс к развитию прикладных навигационных технологий.

Система ГЛОНАСС. Каждый космический аппарат системы ГЛОНАСС передает сигналы на собственных частотах в двух частотных поддиапазонах L1 и L2. На поддиапазоне L1 передаются сигналы стандартной и высокой точности. Сигнал стандартной точности с тактовой частотой 0,511 МГц предназначен для свободного использования. Сигнал высокой точности на L1 модулирован специальным кодом и не рекомендуется к использованию без разрешения Министерства обороны РФ. На поддиапазоне L2 передаются сигналы, модулированные специальными кодами, и они не рекомендуются к несанкционированному использованию.

В GPS все спутники работают на одних и тех же частотах, но каждый имеет свой код. В ГЛОНАСС, наоборот, каждый спутник имеет свою частоту, но коды у всех одинаковые.

Наилучшее покрытие из четырех описанных выше ГНСС имеют группировки GPS и ГЛОНАСС. Количество спутников и качество покрытия определенной зоны различными спутниковыми системами в нужный момент времени сохраняются и представляются пользователю при помощи специальных приложений. Так, на рисунке 3 показан обзор видимости спутников разных ГНСС в районе г. Алчевска (03.04.2020), выполненный с помощью сервиса сайта китайской спутниковой системы BeiDou [10].

Как видно из рисунка 3, в точке М для указанного на табло момента времени доступны для определения положения 13 спутников GPS и 10 спутников ГЛОНАСС.

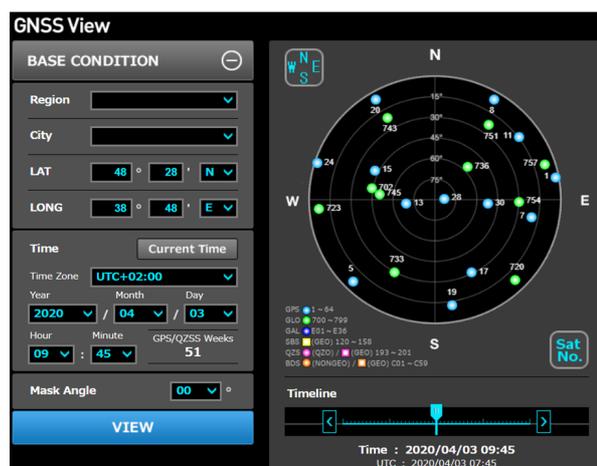


Рисунок 3 Спутники ГНСС в зоне видимости для точки М(48° 28' с.ш., 38° 48' в.д.)

3. Современные ГНСС-приемники. Спутниковый приёмник — радиоприёмное устройство для определения географических координат текущего местоположения антенны приёмника на основе данных о временных задержках прихода радиосигналов, излучаемых спутниками навигационных систем. В зависимости от используемой системы навигации разделяются на GPS-приёмники, ГЛОНАСС-приёмники и так далее, однако в настоящее время большинство потребительских и профессиональных спутниковых приёмников умеют работать с несколькими спутниковыми системами навигации.

По точности спутниковые приемники делятся на три класса [3, 4]:

- навигационный класс — точность определения координат 150–200 м;
- класс картографии и ГИС — 1–5 м;
- геодезический класс — до 1 см.

Время обработки сигнала в приёмнике, так называемый бит-тайм, определяет существенную погрешность измерений. Для обычных ГНСС-устройств заложена точность в один процент от бит-тайма, это соответствует 10 наносекундам, для скорости света — это расстояние 3 метра. Более продвинутые приёмники в профессиональных геодезических устройствах или для военных целей имеют точность на несколько порядков выше.

4. Современные сети GPS-станций.

Как следует из вышеизложенного, использование сетей наземных GPS-станций позволяет значительно увеличить точность позиционирования объектов на Земле. В настоящее время в мире имеется достаточно большое количество таких сетей референционных станций, которые группируются как на территориях отдельных стран (национальные государственные или частные сети перманентных станций), так и на территориях целых регионов.

Значительную зону покрытия имеют пять широкозонных систем дифференциальной коррекции: СДКМ, WAAS, EGNOS, GAGAN, MSAS [7].

На территории Российской Федерации и Украины эксплуатируется значительное количество сетей активных базовых станций, принимающих сигналы группировок спутников ГЛОНАСС и GPS, а также других ГНСС. Это сети региональных и межрегиональных GPS-станций, также на этих территориях действуют две международные сети — International GNSS Service IGS Network и европейская сеть EUREF Permanent GNSS Network, результаты наблюдений которых, кроме обеспечения доступа к точным координатам и данным наблюдений ГНСС-сети, используются также в широком спектре задач научных, в том числе геоэкологических исследований.

На территории Луганской области до 2014 года на базе астрономической обсерватории «Орион» функционировала GPS-станция «ALCI» Украинской региональной сети наземных GPS-станций. Данная станция, являясь самой крайней на востоке Украины (рис. 4, точка «ALCI»), позволяла в свое время эффективно решать задачи спутниковой навигации в восточных регионах Украины.

5. История создания и развития GPS-станции на базе ЦЛОИ «Орион». Центр лазерно-оптических измерений «Орион» имени профессора Ю. С. Денищика — отдельное научное подразделение Донбасского государственного технического уни-

верситета. Центр основан в 1993 г. на базе Отраслевой научно-исследовательской лаборатории лазерно-оптических измерений Госстандарта СССР. Первым директором ЦЛОИ «Орион» был Юрий Сергеевич Денищик — доктор технических наук, профессор, академик Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, член Международного астрономического союза. До последнего времени отделением руководил Валерий Владимирович Мурга — кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой радиофизики и электроники ДонГТУ.

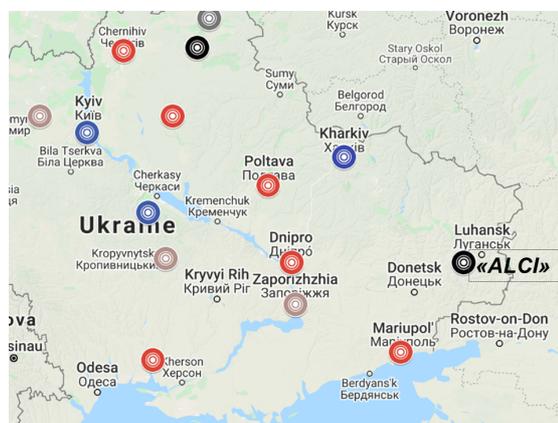


Рисунок 4 Карта GPS-станций Украинской региональной сети [11]

Центр имеет многолетний опыт проведения научных исследований и выполнения разработок в области радиофизики, квантовой электроники, лазерной техники, электроники. Наибольшее внимание уделяется лазерной локации космических объектов, а также — технологиям GPS и ГИС.

В 2003 г. в Астрономической обсерватории Центра лазерно-оптических измерений «Орион» была создана постоянно действующая базовая GPS-станция Украинской перманентной сети, входящая также в состав европейской сети EPN.

Технически GPS-станция представляет собой аппаратно-программный комплекс, предназначенный для обеспечения выполнения измерений и определения пространственного местоположения объектов пу-

ГЕОЭКОЛОГИЯ

тем предоставления информации для коррекции данных, получаемых с помощью спутниковых (ГНСС) навигационных и геодезических приемников. Комплекс включает спутниковое, коммуникационное, компьютерное и другое оборудование, специализированное программное обеспечение, установленное в районе выполнения измерений и определения местоположения, частично зафиксированное в пространстве на постоянной основе и функционирующее непрерывно.

Месторасположение Астрономической обсерватории ЦЛОИ «Орион» ДонГТУ выбрано из условий наилучшего приема сигналов космических спутников на берегу Исаковского водохранилища в селе Михайловка Перевальского района.

Идентификатор станции — «ALCI» в европейской системе сети EPN (EUREF Permanent GNSS Network), которая является федерацией агентств, университетов и исследовательских учреждений Европы, поддерживающей Европейскую наземную систему координат (ETRS89), являющуюся единой общеевропейской стандартной системой координат, принятой Европейской комиссией. Станция «ALCI» в настоящее время не работает (остановлена с 13 июня 2014 года).

На сайте европейской сети EPN можно найти всю необходимую информацию о станции «ALCI», включая архив наблюдений в специальном формате данных RINEX.

Спутниковая антенна станции жестко крепится на верху специального пилона, установленного на неподвижном основании аналогично пунктам геодезической основы. Координаты антенны определяются совместно и с одинаковой точностью с координатами пунктов опорного основания.

В таблице 2 представлены координаты и скорости опорной точки станции «ALCI» в координатной реализации Международной земной системы координат IGB08 (эпоха: 2005,0), определенные Центром анализа ГНСС-данных [11].

Таблица 2
Координаты и скорости смещений опорной точки станции «ALCI» (зафиксированы 05.02.2014)

X, м	3297847,93093
Y, м	2661607,40787
Z, м	4750829,81961
Vx, м/год	-0,02135
Vy, м/год	+0,01418
Vz, м/год	+0,00844

Показанные в таблице 2 данные и результаты многолетних наблюдений за изменениями координат опорной точки станции «ALCI» позволяют говорить о существовании устойчивого линейного тренда по смещению координат точки в горизонтальной плоскости.

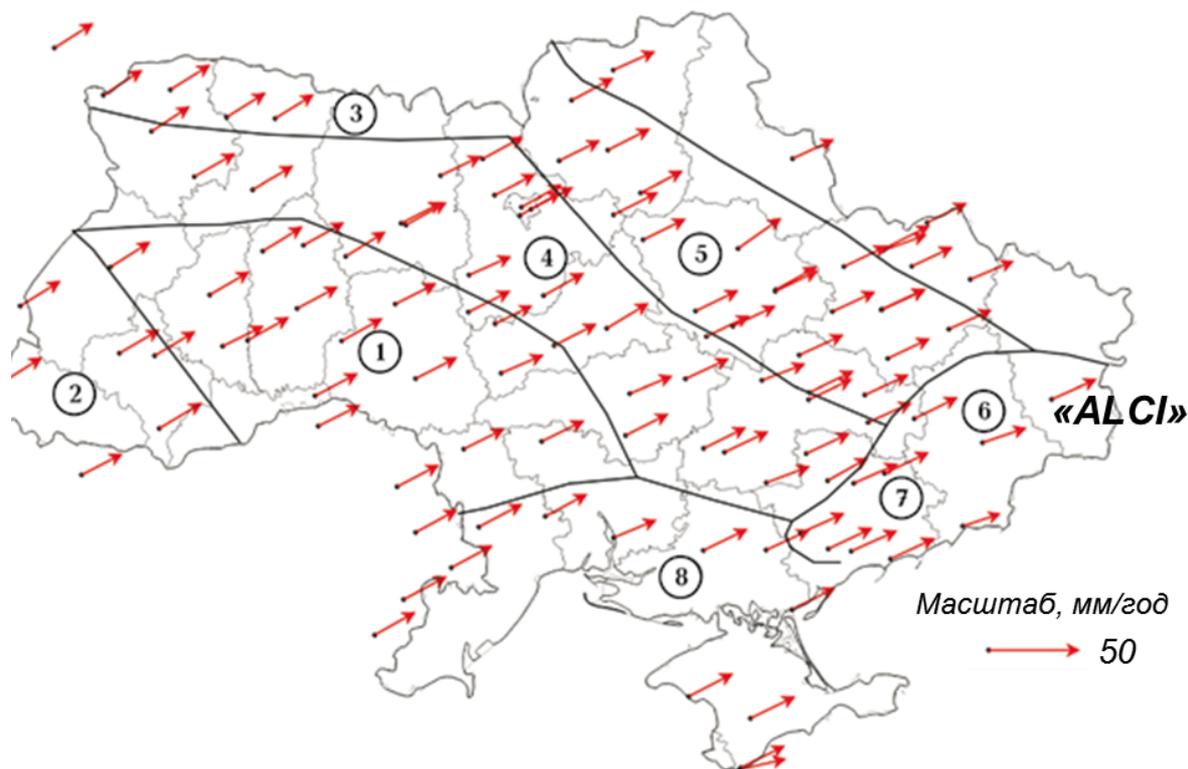
Авторы М. И. Орлюк и М. В. Ищенко по данным наблюдений ГНСС-станций Украинской перманентной сети выполнили сравнительный анализ современной деформации земной поверхности на территории Украины [12]. На схеме географического районирования территории Украины (рис. 5) представлены полученные ими результаты оценок смещений опорных точек станций в горизонтальной плоскости за десятилетний период наблюдений. Станция «ALCI» соответствует крайняя в восточном направлении точка.

Анализируя характер распределения скоростей смещения ГНСС-станций на карте рисунка 5, можно сделать вывод, что направления векторов смещения в горизонтальной плоскости согласованы. Это подтверждает высокую точность проведенных спутниковых измерений и свидетельствует о глобальном направлении движения Евразийской литосферной плиты для восточно-европейской ее части (на 2,58 см в год в среднем по всем наблюдаемым 109 ГНСС-станциям [12]).

В отношении станции «ALCI» можно спрогнозировать заметные изменения определенных ранее координат опорной точки за время вынужденной ее остановки,

учитывая как региональные усредненные параметры векторов скоростей изменения положения, так и корреляционные зависимости с данными близлежащих станций.

Для дальнейшего использования данной станции необходимо ее восстановить и подключить к сетям референчных станций.



1 — Волыно-Подольская возвышенность, 2 — Карпаты, 3 — Полеская низменность, 4 — Приднепровская возвышенность, 5 — Приднепровская низменность, 6 — Донецкий кряж, 7 — Приазовская возвышенность, 8 — Причерноморская низменность

Рисунок 5 Распределение плановых компонент векторов смещений ГНСС-станций на схеме географического районирования территории Украины [12]

6. Возможности использования GPS-станции ЦЛОИ «Орион» в геоэкологических исследованиях. Базовая GPS-станция ЦЛОИ «Орион», являясь важным ключевым звеном спутниковой навигации региона, может совместно с традиционными геодезическими опорными пунктами и данными полевых измерений использоваться:

- пользователями передвижных спутниковых приемников для определения точных пространственных координат в реальном времени (RTK) и режиме постобработки;
- для архивирования и предоставления данных специализированным предприятиям, которым нужна высокая точность измерений;

– при выполнении геодезических измерений, топографических съемок, выносе в натуру и разбивки при строительстве объектов и сооружений, инженерных съемок, для контроля пространственного положения возводимых конструкций и подвижных объектов и т. п.

Одна базовая станция обеспечивает определение пространственных координат в радиусе не более 80 км при наличии дополнительных передающих модулей.

Несколько постоянно действующих спутниковых базовых станций, объединенных в сеть, могут обеспечивать работу на гораздо большей территории. Поэтому,

если создать региональную сеть из нескольких базовых станций, то можно добиться покрытия для достаточно больших территорий региона и эффективней выполнять геодезические и маркшейдерские измерения, топографические съемки, инженерные изыскания и межевание земель.

При проведении геоэкологических исследований использование спутниковых GPS-станций расширяет возможности полевых экологических наблюдений, прежде всего в области определения положения объектов на поверхности Земли и их изменений с течением времени.

Для территории Донбасса, с ее высокой техногенной нагрузкой и лишенной в последнее время возможности проведения полноценных геоэкологических исследований, важность восстановления и расширения GPS-станций видится в следующих направлениях:

- геоэкологическое картографирование природных, природно-техногенных и техногенных объектов;

- регулярное осуществление экологического мониторинга ЛНР, в том числе: водных объектов, атмосферного воздуха, почв, природно-заповедного фонда, зеленых насаждений, биоразнообразия и др.;

- рациональное использование имеющихся в Республике природных ресурсов и эффективное управление в сфере экологии и природопользования. Это направление особенно требует использования современных информационных средств и методов, в том числе GPS-навигации и дистанционного зондирования Земли. В частности, решение водной проблемы Республики невозможно без создания и ведения реестра с географической привязкой источников воды для населения, включая поверхностные воды и подземные источники;

- выполнение геодинамических и экологических исследований на территории Донбасса с учетом техногенных особенностей региона и социально-экономических изменений, повлекших за собой такие проблемы, как подтопление и оседание

поверхности земли при закрытии ряда шахт и пр.;

- слежение за состоянием тел и плотин шламоотвалов и шламонакопителей производств по обогащению углей, ферросплавных и металлургических предприятий;

- наблюдение за процессом формирования, хранения и переработки породных отвалов;

- отслеживание смещений плотин, мостов, строений и других сооружений. В этом отношении актуальны регулярные исследования смещений элементов плотины Исаковского водохранилища, являющейся стратегическим объектом Республики. И для их проведения наилучшим образом подходит GPS-станция ЦЛОИ «Орион», расположенная непосредственно на берегу водохранилища. Такие наблюдения могут иметь большое практическое значение, а для научных исследований — дать бесценный материал.

Выводы и направление дальнейших исследований. Проведенный в работе обзор систем спутниковой навигации и анализ использования их на современном этапе в геоэкологических исследованиях позволяет сделать следующие выводы:

1. Глобальные системы спутниковой навигации в современном мире являются приоритетными средствами для выполнения измерений пространственного положения объектов на Земле.

2. Наиболее точным методом позиционирования пространственных объектов является метод дифференциальной коррекции DGPS, основанный на использовании корректирующей информации базовых GPS-станций.

3. На территории Луганской Народной Республики в настоящее время отсутствует возможность использования базовых станций ГНСС, в результате чего геоэкологические исследования не могут проводиться достаточно эффективно и в полном объеме.

4. GPS-станция ЦЛОИ «Орион», расположенная на берегу Исаковского водохранилища и имеющая оптимальные условия

для приема сигналов навигационных спутников на территории ЛНР, должна быть восстановлена, проводимые ранее работы — продолжены и расширены с учетом геоэкологических задач региона.

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку подходов к ком-

плексному геоэкологическому исследованию территории Донбасса с применением глобальных навигационных спутниковых систем и осуществлению практических шагов с учетом поставленных задач и имеющихся возможностей.

Библиографический список

1. *Инженерная геодезия [Текст] : учебное пособие. Часть II / Е. С. Богомолова, М. Я. Брынь, В. А. Коугия и др. ; под ред. В. А. Коугия. — СПб. : Петербургский государственный университет путей сообщения, 2008. — 93 с.*
2. *ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования [Текст] / под ред. А. И. Перова, В. Н. Харисова. — М. : Радиотехника, 2010. — 800 с.*
3. *Серापинас, Б. Б. Глобальные системы позиционирования [Текст] / Б. Б. Серापинас. — М. : ИКФ «Каталог», 2002. — 106 с.*
4. *Соловьев, Ю. А. Системы спутниковой навигации [Текст] / Ю. А. Соловьев. — М. : Эко-Трендз, 2000. — 270 с.*
5. *Перов, А. И. Основы построения спутниковых радионавигационных систем [Текст] / А. И. Перов. — М. : Радиотехника, 2012. — 240 с.*
6. *Овчинникова, Н. Г. Глобальные навигационные спутниковые системы — важная составляющая при ведении земельно-кадастровых работ [Текст] / Н. Г. Овчинникова, Д. А. Медведков // Экономика и экология территориальных образований. — 2018. — Т. 2. — № 1. — С. 77–87.*
7. *Информационно-аналитический центр координатно-временного и навигационного обеспечения. Прикладной потребительский центр ГЛОНАСС [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.glonass-iac.ru>.*
8. *Анучин, О. Н. Бортовые системы навигации и ориентации искусственных спутников Земли [Текст] / О. Н. Анучин, И. Э. Комарова, Л. Ф. Порфирьев. — СПб. : ГНЦ РФ-ЦНИИ «Электроприбор», 2004. — 325 с.*
9. *Генике, А. А. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии [Текст] / А. А. Генике, Г. Г. Побединский. — [2-е изд., испр. и доп.]. — М. : Картгео-центр, 2004. — 349 с.*
10. *BeiDou Спутниковая навигационная система = BeiDou Navigation Satellite System [Электронный ресурс]. — Режим доступа: www.beidou.gov.cn.*
11. *Алчевск (ALCI) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://gnss.mao.kiev.ua/?q=node/12>.*
12. *Орлюк, М. И. Сравнительный анализ современной деформации и новейших движений земной поверхности на территории Украины [Текст] / М. И. Орлюк, М. В. Ищенко // Геофизический журнал. — 2019. — Т. 41. — № 4. — С. 161–181.*

© Подлипенская Л. Е.

© Горельников С. А.

© Кусайко Н. П.

Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. РиЭ ДонГТИ Пепениным Р. Р., д.б.н., зав. каф. ЭиП ЛНАУ Ладыш И. А.

Статья поступила в редакцию 15.04.2020.

PhD Podlipenskaya L. Ye., Gorelnikov S. A., Kusayko N. P. (DonSTI, Alchevsk, LPR)
POSSIBILITY OF USING THE SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS IN
GEOECOLOGICAL RESEARCH

The paper is devoted to vital issues of using global navigation satellite systems for ecological assessment of the environmental components. The authors learn the principles of satellite navigation, study and compare modern global navigation satellite systems and their components. The experience is studied of creating and developing a GPS station based on the Orion Laser-Optical Measurement Center at Donbass State Technical University is analyzed and the possibility of using the present-day station's potential in geoecological studying the territory of the Lugansk People's Republic.

Key words: *geoecological research, Lugansk People's Republic, spatial coordinates of the object, global navigation satellite system, GNSS, GPS, GLONASS.*

**РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

**REGIONAL ECOLOGY
AND NATURE MANAGEMENT**

УДК 504.75:614.71/.72

д.м.н. Капранов С. В.

*(Алчевская городская санитарно-эпидемиологическая станция,
г. Алчевск, ЛНР, alch_ses_ok@mail.ru)*

СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА, ОСНОВАННАЯ НА ТЕОРИИ «ТРЕХ ЗВЕНЬЕВ»

Работа посвящена разработке комплекса мероприятий, основанного на теории «трех звеньев», по защите здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха. В статье изложено, что для достижения максимального оздоровительного эффекта все мероприятия по защите здоровья детей, подростков и взрослых жителей от вредного воздействия факторов воздушной среды должны быть направлены одновременно на все три звена единой системы: источники выбросов (I звено), воздух, расположенный между источниками образования факторов и организмом человека (II звено), а также непосредственно на организм человека (III звено).

Ключевые слова: *источники выбросов, загрязнители атмосферного воздуха, здоровье населения, система мероприятий.*

Постановка проблемы, обоснование ее актуальности. Состояние здоровья детского и взрослого населения является одним из наиболее значимых социальных показателей, характеризующих уровень общественно-политического и интеллектуального развития общества, социального и духовного благополучия жителей государства [1–2].

Значительное влияние на здоровье жителей, в первую очередь в промышленных регионах, оказывают различные факторы депрессивной социальной и техногенной экологической среды жизнедеятельности. Согласно опубликованным данным, здоровье человека на 20–25 % зависит от состояния окружающей среды [3].

По сравнению с природными условиями факторы техногенной экологической среды жизнедеятельности обычно оказывают более значительное влияние на показатели здоровья детского и взрослого населения. Наиболее высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха вредными веществами формируются в крупных промышленных регионах, особенно тех, где базовыми отраслями являются угольная, металлургическая, химическая, коксохимическая и нефтехимическая.

Установлено, что в областях Украины с наиболее высокими уровнями загрязнения атмосферного воздуха (где проживает более 20 млн жителей), дополнительная заболеваемость взрослых всеми болезнями составила 2719 случаев на 100 тыс. населения, а детского населения — 67 случаев на 1000 детей [4].

Особенно вредное влияние атмосферные загрязнения оказывают на состояние здоровья детского и подросткового населения [5]. Это обусловлено анатомо-физиологическими особенностями дыхательной системы у молодого поколения. Также значительному риску для здоровья от загрязнения атмосферы подвержены малообеспеченные группы населения. Кроме того, специалисты учитывают невозможность человека контролировать на индивидуальном уровне чистоту воздуха [6]. Поэтому загрязнение воздушного бассейна и бедность были определены на международном уровне как сферы приоритетные для вмешательства системы здравоохранения [7].

Установлено, что под влиянием повышенного загрязнения воздуха от выбросов промышленных производств отмечается увеличение уровня острых и хронических заболеваний у детей, особенно аллергиче-

ской природы [8]. В результате воздействия на детский организм ксенобиотиков, поступающих в атмосферу от различных производств и транспортных средств, выявлено снижение показателей иммунитета у детей [9–10].

Автомагистрали являются источниками загрязнения атмосферы комплексом канцерогенных веществ, уровни которых обусловлены плотностью транспортного потока и характером застройки прилегающих территорий. Среди идентифицированных компонентов отработавших газов автомашин особого внимания заслуживают: бенза/а/пирен (БП), нитрозамины (НА), бензол, формальдегид, хром, никель, свинец и другие.

Однако опасность для здоровья населения представляют не только вредные вещества, поступающие в воздушный бассейн на открытых пространствах, но также загрязнители воздуха внутри помещений, где значительную часть времени пребывают люди. Воздух помещений обычно загрязняется различными токсическими веществами, концентрации которых могут быть многократно выше, чем наружного воздуха [11]. Воздушная среда закрытых помещений характеризуется стабильным загрязнением канцерогенами трех групп: полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), включая БП, а также НА, тяжелые металлы (ТМ) и формальдегид.

Постановка задачи. Учитывая вредное влияние загрязнителей атмосферного воздуха на организм человека, представляется актуальной разработка и внедрение эффективного механизма деятельности по защите здоровья населения, особенно детей и подростков, от указанных техногенных факторов.

Целью настоящей работы явилась разработка системы мероприятий по защите здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха, основанной на теории «трех звеньев».

Объект исследования — система мероприятий, направленных на предотвращение или ослабление вредного влияния загрязни-

телей атмосферного воздуха на состояние здоровья детского и взрослого населения.

Предмет исследования — источники загрязнения атмосферы (промышленные предприятия, транспортные средства и другие), загрязняющие вещества, атмосферный воздух, здоровье детского и взрослого населения.

Методика исследования. Работа выполнена на основании анализа многолетнего изучения различных источников загрязнения атмосферного воздуха, закономерностей распространения загрязнителей атмосферы в воздушной среде, оценки влияния загрязнений воздуха на различные показатели здоровья детского и взрослого населения, анализа эффективности внедрения различных технологических, санитарно-технических и других мероприятий по охране атмосферного воздуха, планировочных и других организационных мер, предусматривающих защиту населения расстоянием и экранированием, результатов комплексного оздоровления детей и подростков, посещающих детские организованные коллективы.

Разработка системы мероприятий по защите здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха, основанной на теории «трех звеньев», выполнена в большом промышленном городе Алчевске (Донбасс) с высокой плотностью жилой, а также промышленной застройки и крупными производствами черной металлургии и коксохимии.

В процессе разработки системы мероприятий по защите здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха было использовано философское учение — детерминизм о всеобщей универсальной взаимосвязи и причинной обусловленности природных, общественных и психических процессов, а также творчески применены основные положения теории медицины о внутренних противоречиях, как определяющих причинах развития патологических изменений в организме.

Изложение материала и его результатов. Влияние различных факторов на ор-

ганизм человека осуществляется через окружающие их природные и искусственные среды, основными из которых являются: воздушная, водная и социальная.

Каждая из сред жизнедеятельности неоднородна по своей структуре и представляет собой сложную систему взаимосвязанных звеньев. Так, воздушная среда представлена: атмосферным воздухом вне помещений, воздухом жилых помещений и воздухом в общественных зданиях (включая детские и лечебно-профилактические учреждения), а также воздухом рабочей зоны (в том числе, воздухом в мастерских средних школ, ПТУ).

Факторы воздушной среды по природе возникновения подразделены на: химические, физические и биологические. К химическим факторам отнесены следующие группы ксенобиотиков — металлы, неметаллы, углеводороды и их производные, радиоактивные вещества, пестициды, сложные неорганические остатки и другие. Физические факторы, распространяющиеся через воздушную среду, представлены шумом, инфразвуком, ультразвуком, радиацией, электромагнитными полями (ЭМП) и другими. Также определены следующие

биологические факторы — находящиеся в воздушной среде вирусы, бактерии, аллергены животного происхождения, пыльца растений, споры плесневых грибов и другие растительные аллергены (рис. 1).

В результате анализа различных факторов среды жизнедеятельности, влияющих на организм детского и взрослого населения через воздушную среду, предложен принципиальный подход в деятельности по профилактике ухудшения здоровья, основанный на теории «трех звеньев», и представляющий собой фрагмент общей системы управления здоровьем (СУЗ). СУЗ предусматривает управление здоровьем путем воздействия на три основных звена единой совокупности: I звено — источники образования факторов среды жизнедеятельности; II звено — природные и искусственные среды, расположенные между источниками образования факторов и организмом человека; III звено — детский, подростковый и взрослый организм.

В случае воздействия загрязнителей атмосферного воздуха на организм I звеном является источник выбросов (предприятие, автотранспорт и другие), II звеном — воздух.



Рисунок 1 Принципиальная схема влияния факторов воздушной среды на организм человека

1. **Первый комплекс мероприятий** в сфере охраны атмосферного воздуха, направленный на техногенные источники загрязнения атмосферы (I звено), предусматривает.

1.1. Прекращение эксплуатации, снижение мощности или реконструкцию являющихся источниками загрязнения атмосферы экологически неблагоприятных промышленных производств, находящихся в неудовлетворительном техническом состоянии и/или с устаревшей технологией, внедрение современных экологически более «чистых» технологий и технических решений (в черной металлургии и коксохимии — замена мартеновского производства стали конверторным или электродуговым; применение тушения кокса очищенной от фенола, аммиака и т. д. водой или сухого тушения кокса; максимальная очистка коксового газа от сероводорода; предотвращение выбросов в атмосферу избытка коксового, доменного и других газов путем их полного использования в технологическом цикле; в угольной промышленности — внедрение процессов добычи угля без выдачи на поверхность отработанной породы, максимальное использование выделяющегося из угольных пластов метана, предупреждение возгорания и своевременное тушение горящих породных отвалов, их рекультивация и т. д.).

1.2. Оснащение стационарных источников выбросов вредных веществ в атмосферу современными высокоэффективными пылегазоочистными устройствами, обеспечение их эксплуатации на проектных параметрах с использованием автоматизированных дистанционных систем контроля, предотвращение эксплуатации производственных объектов в случае бездействия или неэффективной работы очистных установок.

1.3. На автомобильном транспорте: запрещение эксплуатации автотранспортных средств, содержание вредных веществ в отработавших газах которых превышает установленные нормативы; использование

нейтрализаторов отработавших газов; применение экологически более чистых видов топлива и энергии (газа, спирта, биологического топлива, а также электроэнергии, полученной от экологически чистых источников — ветра, солнца, воды); рациональную организацию автомобильного движения — внедрение одностороннего и безостановочного автомобильного движения с устройством подземных и надземных переходов для сокращения времени торможения и остановок автомашин на перекрестках и других участках дорог, запрещение стоянок автомобилей с работающими двигателями.

1.4. Выполнение комплекса мероприятий по сокращению выбросов вредных веществ в атмосферу от других видов транспорта — железнодорожного, водного, авиационного и космического (использование экологически более чистых видов топлива и энергии, запрещение эксплуатации транспортных средств со значительными выбросами ксенобиотиков в атмосферу).

1.5. Разработку и осуществление на промышленных предприятиях комплекса мероприятий по сокращению выбросов вредных веществ в атмосферу в период неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) первой, второй и третьей степеней для отдельных стационарных источников, групп источников, предприятий и в целом населенных пунктов с учетом высоты источников выбросов, химических и физических свойств выделяющихся загрязнителей и т. д.; подготовку и внедрение соответствующих мероприятий в период НМУ на автотранспорте; с целью контроля местных метеорологических условий в городах использование современных локальных синоптических станций, а для оценки характера загрязнения воздушного бассейна — автоматизированных систем контроля загрязнения атмосферы.

2. **Второй комплекс мероприятий**, направленный на воздушную среду (II звено), которая расположена между источниками загрязнения атмосферного воздуха и орга-

низмом человека, предусматривает его защиту расстоянием и экранированием.

2.1. Защита расстоянием.

2.1.1. Создание санитарно-защитных зон (СЗЗ) между промышленными предприятиями, другими источниками загрязнения атмосферы и селитебной зоной, детскими и лечебно-профилактическими учреждениями со стационарами, спортивными сооружениями и т. д.; отселение жителей, вынос детских, а также других учреждений, заведений и объектов за пределы СЗЗ на территории с минимальной техногенной нагрузкой.

2.1.2. Строительство жилых домов, санаториев, лечебных стационаров, детских учреждений и спортивных сооружений с учетом «розы ветров» с подветренной стороны по отношению к стационарным источникам загрязнения атмосферы, а также крупным транспортным узлам и магистралям.

2.1.3. Размещение жилых домов, санаториев, лечебных стационаров и детских учреждений на расстоянии более 40 м от магистралей с интенсивным автомобильным движением.

2.1.4. Устройство объездных дорог с целью отвода транзитного транспорта за пределы населенных пунктов и разгрузки улиц с высокой интенсивностью движения, размещение предприятий по ремонту и обслуживанию автотранспортных средств (АТП, СТОА и др.) на окраинах населенных пунктов.

2.1.5. Вывоз жителей, особенно детей и подростков, ежегодно на срок не менее 30 дней и еженедельно в выходные дни в природные экологически наиболее чистые зоны, значительно удаленные от источников загрязнения атмосферного воздуха; ежедневно максимально длительное пребывание населения вдали от автомагистралей.

2.2. Защита экранированием.

2.2.1. Озеленение СЗЗ сплошными зелеными полосами с целью улавливания зелеными насаждениями определенной высоты и ажурности (в зависимости от параметров выбросов) части вредных веществ,

распространяющихся от стационарных источников загрязнения в селитебную зону.

2.2.2. Размещение между источниками загрязнения атмосферного воздуха (стационарными и передвижными) и жилыми домами, а также детскими учреждениями, зданиями и сооружениями административного, хозяйственно-бытового, торгового и иного назначения.

2.2.3. Размещение зеленых насаждений из деревьев и кустарников между проезжей частью автомобильных дорог и пешеходными тротуарами, а также между автомагистралями и жилыми домами, детскими учреждениями.

2.2.4. Рациональное озеленение территорий жилых кварталов, микрорайонов, дворов, парков, скверов, лечебно-профилактических и детских учреждений.

2.2.5. Расположение спальных комнат, особенно детских спален в жилых квартирах, спальных и игровых комнат в детских учреждениях, палат в лечебных стационарах и санаториях в тех помещениях зданий, окна которых обращены в сторону, противоположную стационарным и передвижным источникам загрязнения атмосферы; в противном случае при необходимости – закрывание и закупоривание окон и форточек с устройством эффективных систем вентиляции, очистки и кондиционирования воздуха с забором чистого воздуха из экологически более оптимальной зоны.

3. Третий комплекс мероприятий направлен на организм человека (III звено). Указанные мероприятия включают:

3.1. Соблюдение здорового образа жизни.

3.2. Формирование психологической подготовленности взрослых, детей и подростков противостоять возможным негативным психогенным факторам среды жизнедеятельности. Выбор прогрессивной цели в жизни, повышающей активность и защитные силы организма.

3.3. Постоянное употребление населением питьевой воды, соответствующей установленным нормативам, включая показатели физиологической полноценности мине-

рального состава. Употребление доброкачественных и экологически чистых продуктов питания с содержанием ксенобиотиков значительно ниже допустимых нормативов.

3.4. Создание в семьях, особенно тех, где проживают и воспитываются дети и подростки, благоприятных материально-жилищных условий, достаточных для соблюдения здорового образа жизни и других требований, обеспечивающих высокие показатели здоровья.

3.5. Квалифицированное медицинское обслуживание взрослого и детского населения, включающее ежегодное медицинское обследование каждого ребенка и подростка врачами педиатрами в полном объеме с оценкой показателей их здоровья и последующим внедрением лечебно-профилактических мероприятий. Осуществление в весенний и осенний периоды в детских учреждениях оздоровления детей и подростков с использованием разрешенных и рекомендованных к применению МОЗ средств, повышающих иммунологическую реактивность организма. Применение средств для повышения иммунитета у взрослых жителей, особенно тех, которые контактируют с вредными химическими веществами на производстве.

3.6. Организацию оздоровления населения, особенно детей и подростков, ежегодно в природных наиболее экологически чистых зонах с благоприятными природно-климатическими условиями, аналогичными условиям постоянного проживания населения.

3.7. Создание и обеспечение постоянно функционирующего на разных админист-

ративно-территориальных уровнях общегосударственной системы наблюдения за состоянием здоровья детского и взрослого населения под влиянием факторов среды жизнедеятельности и организация СУЗ.

Основываясь на теории «трех звеньев», для достижения максимального оздоровительного эффекта мероприятия по защите здоровья детей, подростков и взрослых жителей от вредного воздействия отрицательных факторов воздушной среды должны быть направлены одновременно на все три звена единой системы: источники выбросов (I звено), воздух, расположенный между источниками образования факторов и организмом человека (II звено), а также непосредственно на организм детей, подростков и взрослых жителей (III звено).

Выводы и направление дальнейших исследований. Разработана система мероприятий по защите здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха, основанная на теории «трех звеньев». Предложенная система позволяет обеспечить комплексный подход в решении вопроса предотвращения или ослабления вредного влияния загрязнителей атмосферы на показатели здоровья детей, подростков и взрослых жителей.

Дальнейшие исследования планируется направить на разработку и внедрение методологии оценки гигиенической и экономической эффективности в результате практического применения системы мероприятий по защите здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха, основанной на теории «трех звеньев».

Библиографический список

1. Особенности современной демографической ситуации в Украине и ее перспективы [Текст] / И. А. Курило ; под. ред. М. Н. Калинин, Б. Н. Давыдова, В. А. Соловьева, К. Б. Бакатова, И. А. Жмакина // Демографическая ситуация в современной России: состояние и перспективы : материалы научной конференции с международным участием. — Тверь : Триада, 2008. — С. 160–165.
2. Сердюк, А. М. Гігієнічна наука — від сучасності до майбуття [Текст] / А. М. Сердюк // Гігієнічна наука та практика : Сучасні реалії: Матеріали XV з'їзду гігієністів України / під. ред. А. М. Сердюка, Ю. І. Кундієва, М. Р. Гжегоського. — Львів : Друкарня ЛНМУ імені Данила Галицького, 2012. — С. 5–8.

3. Лисицин, Ю. П. *Общественное здоровье и здравоохранение [Текст] : учебник / Ю. П. Лисицин. — [2-е изд.]. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. — 512 с.*
4. Брязкало, В. В. *Забруднення атмосферного повітря в Україні та його вплив на захворюваність населення по матеріалах офіційної медичної статистики [Текст] / В. В. Брязкало // Гігієна атмосферного повітря : збірка тез доповідей науково-практичної конференції з міжнародною участю (присвячена 110-й річниці з дня народження Д. М. Калюжного). — Київ, 2010. — С. 23–24.*
5. Гребняк, М. П. *Екопедіатрія [Текст]: навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. IV рівня акредитації, лікарів інтернів і лікарів слухачів закладів післядипломної освіти / М. П. Гребняк, С. А. Шудро, О. Б. Єрмаченко та ін. — Дніпропетровськ : Пороги, 2011. — 299 с.*
6. O'Neill, M. S. *Health, wealth, and air pollution: advancing theory and method [Text] / M. S. O'Neill, M. Jerret, I. Kawachi // Environ. Health Perspect. — 2003. — Vol. 111. — P. 1861–1870.*
7. Ezzati, M. *Comparative risk assessment collaborative group [Text] / M. Ezzati, A. D. Lopez, A. Rodgers // Lancet. — 2002. — Vol. 360. — P. 1347–1360.*
8. Byoung-Ju, K. *Ambient air pollution and allergic diseases in children [Text] / K. Byoung-Ju, H. Soo-Jong // Korean J. Pediatr. — 2012. — № 55 (6). — P. 185–192.*
9. Бяхова, М. М. *Кариологические и иммунологические показатели у детей в условиях различного загрязнения атмосферного воздуха [Текст] / М. М. Бяхова, Л. П. Сычева, В. С. Журков и др. // Гигиена и санитария. — 2010. — № 3. — С. 9–11.*
10. Molini, M. P. *Traffic density and stationary sources of air pollution associated with wheeze, asthma and immunoglobulin E from birth to age 5 years among New York City children [Text] / M. P. Molini, W. Q. James, H. J. Kyung et al. — Environ. Res. — 2011. — № 111 (8). — P. 1222–1229.*
11. Yang, X. *Performance of three air distribution systems in VOC removal from an area source [Text] / X. Yang, J. Srebric, X. Li et al. — Building Environ. — 2004. — № 39. — P. 1289–1299.*

Автор статті виражає благодарність інженеру Тарабцеву Д. В. за дизайн схеми впливання факторів воздушної середовища на організм людини.

© Капранов С. В.

Рекомендована к печати к.б.н., доц. каф. ЭиБЖД ДонГТИ Швыдченко С. С., к.м.н., и.о. гл. врача ГС «Луганская городская СЭС» МЗ ЛНР Гавриком С. Ю.

Статья поступила в редакцию 20.04.2020.

Doctor of Medicine Kapranov S. V. (Alchevsk Sanitary and Epidemiological Station, Alchevsk, LPR, alch_ses_ok@mail.ru)

SYSTEM OF METHODS TO PROTECT PEOPLE'S HEALTH AGAINST ATMOSPHERIC POLLUTION BASED ON THE THREE LINKS THEORY

The work is devoted to developing a set of measures to protect public health from air pollution based on the theory of "three links". The maximum healing effect to protect the health of children, adolescents and adults from the harmful air factors effects is stated to be achieved through the measures to be oriented simultaneously to all three links of a single system: emission sources (1st link), air within the sources of factors formed and the human body itself (2nd link), as well as directly onto the human body (3rd link).

Key words: *emission sources, air pollutants, public health, system of methods.*

УДК 504.3.054(477.61)

*Бушенецкая К. Е.,
д.с.-х.н. Ладьин И. А.
(ЛНАУ, г. Луганск, ЛНР, lobacheva-karina@mail.ru)*

К ВОПРОСУ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В РЕГИОНЕ

В работе дана оценка экологической ситуации в регионе. Описаны основные загрязнители воздуха, оказывающие влияние на распространенность заболеваний, в частности системы кровообращения, дыхательной, пищеварительной и эндокринной систем. Установлено, что за период с 2013 по 2018 годы увеличилось количество исследований проб атмосферного воздуха, а основными загрязнителями являются аммиак, пыль и формальдегид. Распространенность заболеваний системы кровообращения среди детей подросткового возраста снизилась.

Ключевые слова: атмосферный воздух, поллютанты, население, дети, здоровье.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. Важнейшей составляющей качества городской жизни является чистота окружающей среды и в первую очередь воздуха. Несмотря на то, что Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) определила среднее значение удельного веса влияния факторов окружающей среды на состояние здоровья населения 17–20 %, по данным той же организации, в 2012 году погибло около 7 миллионов человек — один из восьми в общем числе случаев смерти в мире — в результате воздействия загрязнения воздуха. Это более чем в два раза превышает предыдущие оценки и подтверждает, что загрязнение воздуха является одним из наиболее опасных видов воздействия окружающей среды на здоровье человека [1].

По мнению Европейского агентства по окружающей среде (ЕАОС) [2], загрязнение воздуха в городах может стать главной экологической причиной смертности во всем мире к 2050 году, достигнув 3,6 млрд человек, в основном за счет стран БРИКС [3]. Однако и для европейских стран загрязнение воздуха остается важной причиной заболеваемости неинфекционными заболеваниями, такими как хронические респираторные заболевания, рак легких, сердечно-сосудистые заболевания. Накапливаются свидетельства и других вредных последствий загрязнения воздуха для здоровья,

включая замедление роста плода и преждевременные роды при воздействии загрязнения в дородовой период, а также последствия для здоровья во взрослом возрасте при воздействии в перинатальный период [4].

За последние десятилетия ВОЗ накопила определенную статистику, наглядно демонстрирующую тесную связь между характеристиками воздушной среды и состоянием здоровья, которое может быть выражено как количеством смертей, так и показателем DALY (Disability-adjusted life year), оценивающим суммарное «бремя болезни». Такая работа позволяет каждому государству определить наиболее важные и неотложные направления по защите своей атмосферы и достижению показателей приемлемой чистоты воздуха. Обеспечение условий такой работы — одна из задач городской власти, решение которой представляет собой совокупность мероприятий технологического и административного характера. Для управленцев, которые должны обеспечивать защиту воздушного бассейна, важно не только получать информацию в оперативном режиме и правильно ее интерпретировать, но и выстраивать превентивную систему защиты. Мероприятия, направленные на предупреждение загрязнения, позволят в конечном итоге сохранить жизнь и здоровье людей, что экономически более оправдано, чем лечение или потеря трудоспособности. Однако, как для такой территориально и демо-

графически неоднородной страны, как Россия, так и для Республики, огромное значение имеет региональный аспект проблемы, учитывающий как климатические особенности, так и экономическую направленность развития территории [2–7].

В общем загрязнении воздуха Луганской Народной Республики на долю промышленности приходится 66 % выбросов, коммунального хозяйства — около 14 %, автотранспорта — более 20 %. Процесс угледобычи и переработки является одним из основных факторов загрязнения атмосферы (более 59 % всех промышленных выбросов в атмосферу). Для этой отрасли характерно образование и выброс в атмосферный воздух взвешенных твердых частиц, метана, окиси углерода, окиси азота, соединений серы (сернистого ангидрида, сероводорода). Источниками выбросов угольных предприятий в атмосферу являются горящие породные отвалы, вентиляционные системы шахт, котельные предприятий, работающие на угле, места перегрузки и складирования угольной продукции. Доля оборудования стационарных источников предприятий отрасли газоочистными установками составляет 7,68 % [8].

Научная новизна полученных результатов. Проведен мониторинг содержания вредных веществ в атмосферном воздухе за период с 2013 по 2018 годы, прослеживается взаимосвязь между наличием загрязнителей в атмосферном воздухе городов и районов и показателями, определяющими здоровье населения и, как следствие, экологическую обстановку в регионе.

Работа выполнялась в разрезе научной тематики кафедры экологии и природопользования ГОУ ЛНР «ЛНАУ».

Постановка задачи. Целью настоящей работы явилась оценка экологической ситуации в регионе, в основу которой положен мониторинг поллютантов атмосферного воздуха и ряд демографических характеристик населения, а также медико-экологический показатель (распространенность заболеваний системы кровообращения).

Объект исследования: состояние атмосферного воздуха и характеристика демографической составляющей и показателей, которые характеризуют здоровье населения.

Предмет исследования: атмосферный воздух, загрязненный выбросами стационарных и передвижных источников и демографические, медико-экологические показатели, характеризующие здоровье населения.

Задачи исследования:

- проанализировать научную литературу по выбранной проблеме;
- провести мониторинг загрязняющих веществ в атмосферном воздухе;
- проанализировать демографические и медико-экологические показатели населения.

Методика исследования. В процессе исследования использовались такие общенаучные методы, как анализ, сравнение.

По данным Госкомстата ЛНР площадь территории республики, по состоянию на 01.01.2019 г., составляет 8,6 тыс. км².

Население Луганской Народной Республики на 1 января 2019 года составило 1457886 человек, в том числе городское — 94 % и 6 % сельское население.

Наиболее густонаселенные территории Республики: Перевальский район (66834); Лутугинский район (63543); Славяносербский район (47644); Антрацитовский район (28894); Краснодонский район (28000) и Станично-Луганский (2636). Среди городов на первом месте Луганск (432756), на втором — Красный Луч (116246) и на третьем месте — Алчевск (105032), далее следуют: Краснодон (97978); Свердловск (93677); Стаханов (85867); Ровеньки (79703); Антрацит (73743); Брянка (50362); Первомайск (36700) и Кировск (31624).

Ведущими отраслями народного хозяйства остаются добывающая промышленность и разработка карьеров, представленная 358 субъектами, по данным Статистического регистра по видам экономической деятельности по состоянию на 01.01.2019; сельское хозяйство, лесное хозяйство и рыбные хозяйства — 307 субъектов и пере-

рабатывающая промышленность (596 субъектов) занимает лидирующее место [9].

Для изучения качества атмосферного воздуха использовали базы данных за 2013–2018 гг.

Изложение материала и его результаты. Высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха создают неблагоприятные условия для проживания и отрицательно сказываются на здоровье населения.

Анализ экологической ситуации позволил выявить вредные химические вещества, обладающие канцерогенным, мутагенным и другими действиями: аммиак, формальдегид, фенол, двуокись азота, сернистый ангидрид и др.

В структуре распространенности заболеваний в 2018 году первые ранговые места (рис. 1) занимали болезни: системы кровообращения, органов дыхания, органов пищеварения и эндокринной системы.

Учреждениями санитарно-эпидемиологической службы Луганской Народной Республики проводится постоянный контроль состояния атмосферного воздуха в местах проживания населения. В 2018 году мониторинг осуществлялся в 19 населенных пунктах, на стационарных и маршрутных постах. Стационарные посты наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха размещены в крупных промышленных городах.

Динамика количества проведенных исследований представлена на рисунке 2.

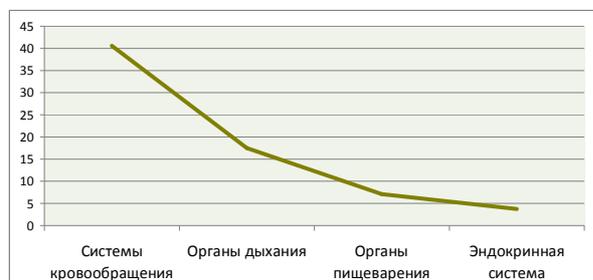


Рисунок 1 Структура распространенности заболеваний

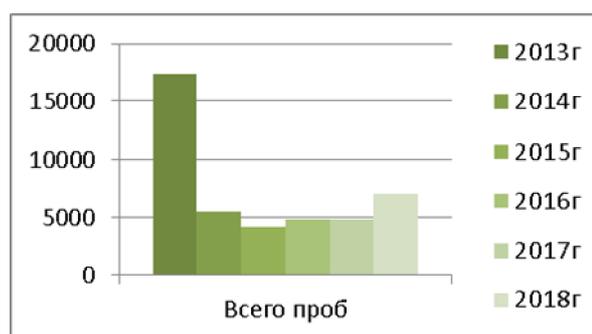


Рисунок 2 Динамика количества проведенных исследований

Анализ данных, приведенных на рисунке 2, показал, что за исследуемый период наибольшее количество проб атмосферного воздуха было исследовано в 2013 году, наименьшее — в 2015 году. Однако следует отметить, что с 2015 года наметилась тенденция к увеличению их количества.

Всего в 2018 году в населенных пунктах исследовано 7093 пробы атмосферного воздуха, что на 45 % больше в сравнении с 2017 и 2016 гг. и на 70 % с 2015 г., а в сравнении с 2014 г. — на 30 % и меньше на 59 % в сравнении с 2013 годом.

В сравнении с 2013 годом количество проб атмосферного воздуха, превышающих санитарно-гигиенический норматив, уменьшилось в 10 раз.

Динамика проб, превышающих показатель «Предельно допустимая концентрация», представлена на рисунке 3.

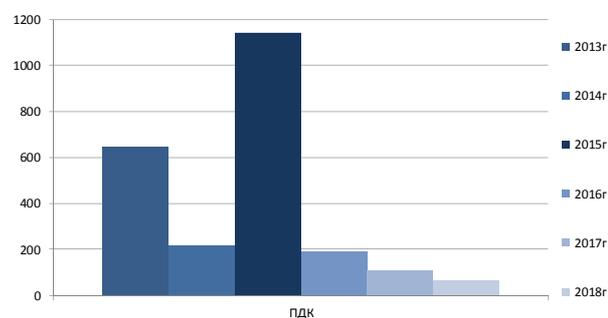


Рисунок 3 Динамика проб, превышающих показатель «Предельно допустимая концентрация»

При этом следует отметить, что наибольшее количество превышений ПДК зарегистрировано в 2015 году. Далее следуют 2013 и 2014 годы. Наименьшее количество отклонений зарегистрировано в 2018 году, что, на наш взгляд, связано с уменьшением поступления поллютантов в атмосферный воздух от стационарных источников.

Удельный вес отклонений атмосферного воздуха при проведении мониторинга за 2013–2018 гг. представлен на рисунке 4.

Из данных, показанных на рисунке 4, видно, что в республике в 2015 году регистрировалось наибольшее количество отклонений, на 26,4 % больше в сравнении с 2018 годом.

Следует отметить, что с 2017 года наблюдается увеличение почти в 2 раза проведенных измерений атмосферного воздуха.

Наибольшее число отклонений было отмечено по содержанию аммиака (14), пыли (8) и формальдегида, окиси азота, фенола и его соединений (3). Исследования ряда ученых указывают на то, что основной вклад в выбросы аммиака на уровне города оказывает промышленность, коммунальное хозяйство и транспорт [10].

Динамика показателя распространенности заболеваний системы кровообращения представлена на рисунке 5.

Анализ данных показал, что за исследуемый период, с 2013 по 2018 годы, прослеживается снижение в 2 раза показателя «распространенность заболеваний».

Численность постоянного населения (подростки 15–17 лет) республики на 01.01.2013 года составила 42485 человек, а на 01.01.2018 г. — 30581 человек, что на 28 % меньше.

Библиографический список

1. Точилкина, Н. В. Оценка влияния индекса загрязнения атмосферы на медико-демографические показатели жителей г. Саратова [Текст] / Н. В. Точилкина. — Самарский научный вестник. — 2016. — № 4 (17). — С. 65–70.
2. Окружающая среда Европы: состояние и перспективы 2015 : обобщающий доклад [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://eea.europa.eu/soer-2015/global/health>.
3. Организация Объединенных Наций. Цели развития тысячелетия: доклад за 2013 год [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://unstats.un.org/unsd/mdg/resources/static/products/progress2013/russian2013pdf>.

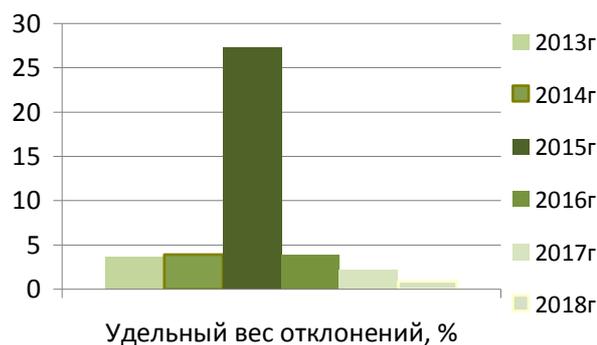


Рисунок 4 Удельный вес отклонений атмосферного воздуха при проведении мониторинга за 2013–2018 гг.

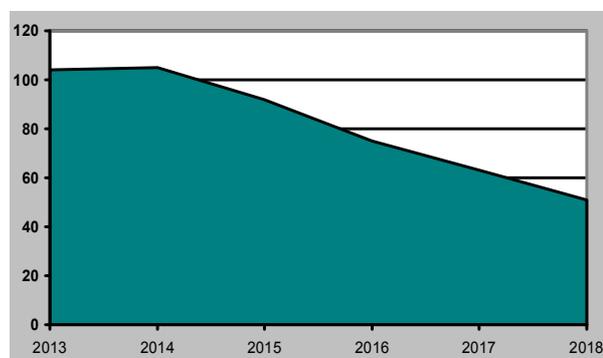


Рисунок 5 Распространенность заболеваний системы кровообращения среди детей подросткового возраста (15–17 лет) на 1000 соответствующего населения

Выводы и направление дальнейших исследований. Экологическую ситуацию в регионе нельзя охарактеризовать однозначно, при этом наблюдается тенденция к ее улучшению.

4. *Environment and human health — EEA Report No 5/2013 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://eea.euro.aa>/. —*
5. *Зубкова, П. С. Влияние химических особенностей среды на показатели здоровья населения [Текст] / П. С. Зубкова // Вестник РУДН. — 2015. — № 4. — С. 124–130.*
6. *Здоровье детского населения г. Прокопьевска в связи с экологическими проблемами [Текст] / Л. А. Глебова, А. В. Бачина, Е. В. Коськина, О. А. Образцова // Медицина в Кузбассе. — 2012. — Т. 12. — № 3. — С. 35–39.*
7. *Суковатова, О. П. Демографическая ситуация как фактор развития города [Текст] / О. П. Суковатова, В. И. Терехин // Вестник ТГУ. — 2008. — Вып. 2 (58) — С. 171–176.*
8. *Основные факторы загрязнения воздушного бассейна населенных пунктов Луганской Народной Республики [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://mprlnr.su/news/2142-osnovnye-factory-zagryazneniya-vozdushnogo-basseyna-naseleennyh-punktov-luganskoj-narodnoj-respubliki.html>.*
9. *Государственный комитет статистики Луганской Народной Республики [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://gkslnr.su/stat_info/statisticheskiy-reestr-predpriyatiy-i-organizaciy/.*
10. *Какарека, С. В. Аммиак в атмосферном воздухе: источники поступления, уровни содержания, регулирование [Текст] : монография / С. В. Какарека, А. В. Мальчихина. — Беларуская навука, 2016. — 254 с.*

© Бушенецкая К. Е.

© Ладыш И. А.

*Рекомендована к печати к.б.н, зав. каф. садово-паркового хозяйства и экологии ЛГПУ
Жолудевой И. Д.,
к.т.н., доц. каф. ЭиБЖД ДонГТИ Подлипенской Л. Е.*

Статья поступила в редакцию 01.06.20.

Bushenetskaya K. E., Doctor of Agricultural Sciences Ladysh I. A. (LNAU, Lugansk, LPR, lobacheva-karina@mail.ru)

TO THE ISSUE OF ECOLOGICAL SITUATION IN THE REGION

The paper assesses the environmental situation in the region. The main air pollutants that affect the prevalence of diseases, in particular the circulatory system, respiratory, digestive and endocrine systems are described. It was found that within 2013 to 2018 the number of atmospheric air tests had increased, and the main pollutants were ammonia, dust and formaldehyde. The prevalence of circulatory system diseases among adolescent children has decreased.

Key words: *atmospheric air, pollutants, population, children, health.*

УДК 502:37.03+372.8:378

к.пед.н. Капранова Г. В.
(Алчевский информационно-методический центр,
г. Алчевск, ЛНР, galya.kapranova.63@mail.ru)

СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ВОСПИТАНИЯ УЧАЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ ДИСЦИПЛИН

Экология в современном понимании — сложный интегрированный комплекс наук. Экологическое образование и воспитание учащихся должно осуществляться на основе взаимосвязи учебной, внеурочной и внешкольной деятельности. Роль внешкольных организаций должна повышаться и обеспечивать непрерывность образования и воспитания подрастающего поколения. Умения, навыки исследовательской деятельности, заложенные в школьном возрасте, могут успешно реализовываться в последующие годы жизни в процессе профессиональной и административно-хозяйственной деятельности взрослых граждан Луганской Народной Республики.

Ключевые слова: образование, воспитание, экология, культура, исследование, учащиеся.

Постановка проблемы, обоснование ее актуальности. Экологические вопросы занимают особое место в системе глобальных проблем человечества. Дальнейшее развитие общества невозможно без достижения гармонии между людьми в обществе и в отношениях человека с окружающей средой. Только творческая, духовно богатая и здоровая личность способна решать ежедневные и масштабные задачи, которые обеспечивают не просто выживание, а прогресс общества. Экологическая ситуация на Донбассе всегда была и остается сложной. Отмечается повышенный уровень загрязнения почвы, воздуха, воды, особенно в промышленных городах.

Необходимо обеспечить подготовку молодого поколения, способного вывести человечество из состояния глубокого экологического кризиса. Поэтому роль школьного экологического образования и воспитания возрастает.

Задачи экологического образования и воспитания:

1. Показать основные направления работы педагогов по вопросам экологического воспитания и образования, охарактеризовать пути формирования экологической культуры школьников.

2. Выделить психолого-педагогические и методические аспекты осуществления

экологического образования и воспитания школьников.

3. Раскрыть процесс реализации экологического образования и воспитания на уроках и во внеурочной деятельности учащихся.

Целью данной работы является: характеристика формы и направления экологического образования и воспитания учащихся в учебной и во внеурочной деятельности в г. Алчевске.

Объект исследования — система экологического образования и воспитания школьников.

Предмет исследования — формирование экологического образования и воспитания школьников через преподавание естественных дисциплин.

Методика исследования. Изучение литературных источников, целенаправленное педагогическое наблюдение, обобщение опыта преподавания естественных дисциплин педагогами г. Алчевска на уроках и во внеурочной деятельности.

Изложение материала и его результатов. Выпускники школ слабо вооружены знаниями в области экологических взаимодействий разного уровня, влияния экологических факторов на здоровье человека и генотип биосферы. Однако реальная действительность показывает, что экологическое образование оказывается малоэффектив-

ным, когда оно базируется только на получении обучающимися соответствующих знаний по экологии, советам, инструкций.

Если занятия по экологии направлены на сопереживание, сочувствие, радость, любовь, чувство гармонии, то образование способствует своевременному психоэмоциональному восприятию экологической информации [1].

При таком условии экологическое образование будет осуществляться через экологическое воспитание, ориентированное на формирование экологической культуры учащихся.

Экологическая культура включает культуру взаимоотношений не только с природой, но и с обществом людей, проявляется в системе всех взаимодействий и действий людей, общества, которое изменяется по мере его духовного развития.

Таким образом, экологическая культура не столько результат, сколько процесс: она осваивается, наращивается современными знаниями, обогащается чувственным опытом. Культивирование нового сознания по отношению к природе — процесс длительный, напрямую связанный с экономическими социальными и другими условиями жизни общества [2].

Формирование нового понимания человеком, особенно молодым, своих обязанностей перед природой весьма непросто в обстановке ухудшения экологической ситуации в стране, снижения жизненного уровня.

На уроках биологии, географии, химии, физики педагоги практикуют решение задач по вопросам экологии, используя межпредметные связи, акцентируя внимание на возможности интегрировать отдельные знания. Особое место при изучении курса биологии с 5 по 11 классы отводится охране природы, изучению разных видов загрязнения окружающей среды, безопасного поведения в природной среде.

Практическая деятельность экологической направленности в современной школе разнообразна. Широко известны акции, различные месячники, декады, деятель-

ность экологических патрулей, трудовых экологических лагерей и другие формы природоохранной работы. Участие в природоохранной деятельности, знание основных законов по охране природы на региональном уровне позволяет учащимся более грамотно делать выводы, предложения и рекомендации по итогам исследовательской работы, понимать причины, порождающие проблемы охраны природы, и основные направления экологической политики, как в регионе, так и на государственном уровне. Использование активных форм экологического образования, и, в первую очередь, исследовательской деятельности, связанной с непосредственным общением с природой, способствует получению учащимися экологических знаний и превращению этих знаний в мировоззрение [3, 4].

Экологическое воспитание начинается в самом раннем возрасте, в первую очередь, под влиянием родителей и ближайших родственников.

Следующим этапом воспитательного процесса является детское дошкольное учреждение (детское образовательное учреждение). Здесь дети получают общее представление о флоре и фауне, например, малышам прививают элементарные навыки ухода за растениями и животными.

Далее следует школьное (на уроках и вне уроков), а также внешкольное экологическое и природоохранное просвещение, образование и воспитание.

Экологическая и природоохранная работа, проводимая в рамках школы вне уроков (внеурочная деятельность), многообразна и многопланова.

Она включает:

- кружковую работу (юные цветоводы, ботаники, юные экологи и т. д.);
- разработку экологических проектов и программ;
- работу на пришкольном участке по озеленению территории;
- участие в конкурсах, конференциях, соревнованиях, акциях;

– экологические экскурсии, походы, экспедиции в парки, ботанические сады, заповедники, заказники, зоопарки и др.;

– научно-практическую и исследовательскую работу.

Старшеклассники г. Алчевска на базе школ, секций Малой академии наук (МАН, в настоящее время переименованной в Научное общество «Республиканская малая академия наук») под руководством руководителей в течение многолетнего периода участвовали и продолжают участвовать в широкомасштабной научно-практической и исследовательской деятельности по оценке влияния природных и техногенных экологических факторов на жизнедеятельность растений и зеленых насаждений. Выполнена также работа по оценке влияния зеленых насаждений на показатели здоровья детей и подростков. Результаты проведенных исследований опубликованы в сборниках научных трудов.

Внешкольное экологическое и природоохранное просвещение, образование и воспитание учащихся осуществляется в детских внешкольных учреждениях: на станциях юных натуралистов, юных туристов, в кружках, секциях. В них участвуют на добровольных условиях интересующиеся природой школьники, большинство из которых планируют поступать в специализированные средние и высшие учебные заведения биологического, экологического, сельскохозяйственного или другого подобного профиля.

Таким образом, важнейшей составной частью многогранной деятельности по сохранению, рациональному использованию и воспроизводству естественных (природных) ресурсов, в том числе флоры, является воспитание экологически грамотного, культурного человека.

При этом актуальной также является проблема ознакомления учителей биологии и экологии общеобразовательных школ с новейшими подходами к рассмотрению проблемы экологического воспитания учащихся.

Изучение опыта педагогов-новаторов открывает перспективы в решении данной проблемы. Например, в г. Алчевске с 1995 года начали свою работу секции МАН: «Экология», «Общая биология», «Медицина», «Валеология», «Охрана окружающей среды», «Химия», «Биология» и другие.

В сентябре 2020 года исполнится 25 лет работы МАН в г. Алчевске. Только в секциях медицинского и экологического направления, которые ведет С. В. Капранов, за этот период обучалось более 400 школьников города. Ими подготовлено более 40 научно-практических проектов, представленных на конкурсах-защитах научных работ в Алчевске, Луганске, Киеве, Москве, Санкт-Петербурге, Волгограде и других городах. Лучшие работы были отмечены грамотами, дипломами и опубликованы в печатных научных изданиях.

Лучшие из выпускников научных секций продолжили образование в Луганском государственном медицинском университете и других высших и средних учебных заведениях медицинского и биологического профиля в Донецке, Днепропетровске, Киеве, Москве. Некоторые из них успешно занимаются научной деятельностью, защитили диссертации.

Основные направления работы секций: изучение теории по гигиене окружающей среды и основам медицинских знаний, проведение практических занятий по оказанию неотложной помощи потерпевшим и научно-практическая деятельность — изучение влияния различных факторов среды жизнедеятельности на показатели здоровья детского и взрослого населения. На занятиях МАН проводятся экскурсии в лаборатории медицинских учреждений, на заводы по очистке воды, где школьники знакомятся с проведением исследований, новыми технологиями.

Школьники получают теоретические знания и обучаются практическим навыкам оказания первой помощи пострадавшим от несчастных случаев, а также само-

помощи и взаимопомощи. В процессе обучения у старшеклассников — слушателей МАН формируются знания об основных разделах клинической и профилактической медицины; школьники приобретают знания и умения, необходимые для более точного выбора профессии и специальности при поступлении в вузы медицинского, биологического и экологического профилей, им прививаются навыки ведения научно-исследовательской деятельности.

Можно выделить способы и приемы исследовательской деятельности: формирование умений видеть проблемы, вырабатывать гипотезы, умений наблюдать, проводить эксперименты, давать определение понятиям и др.

Процесс научного исследования происходит при взаимодействии ученика и руководителя.

Исследовательский характер деятельности способствует воспитанию у школьников инициативы, активного, добросовестного отношения к научному эксперименту, увеличивает интерес к изучению экологического состояния своей местности, экологических проблем родного края. Способствует экологическому воспитанию и образованию учащихся во внеурочной деятельности.

Научно-исследовательская работа со школьниками должна начинаться не только в старших классах, но и охватывать основную школу, где возможно организовать НОУ, желательно с 4–6 класса.

Одна из творческих форм работы — создание проектов. Мы ее используем, так как это помогает организовать научно-исследовательскую работу учащихся по их интересам. В некоторых школах педагоги активно используют метод проектов в начальных классах. Хочется отметить школы, работающие в системе в этом направлении: ГОУ ЛНР «АГ им. П.Н. Липовенко», ГОУ ЛНР «АГ им. В. Н. Онуфриенко».

Биология — многогранная наука. Организовать исследовательскую, проектную

работу учащихся в разных областях биологии учителю при желании возможно. Тем более, что в курсе биологии сейчас уделяется огромное значение проектной деятельности, в том числе и в экологическом направлении.

На уроках можно решать различные задачи экологического направления и, опираясь на имеющиеся знания и опыт школьников, помочь им создать целостный образ природы, рассмотреть взаимосвязь элементов природы, этапы ее эволюции, познакомить с методами изучения объектов и явлений природы. Каждая из естественных дисциплин обладает своими возможностями.

Выводы и направление дальнейших исследований. Многолетний опыт проводимой работы по экологии свидетельствует о том, что задачи экологического образования и воспитания могут успешно решаться только при гармоничном взаимодействии разных видов деятельности: учебно-познавательной, исследовательской, туристско-краеведческой, просветительской, природоохранной.

Важно воспитывать детей в гармоничном сосуществовании с природой, в психологической готовности оберегать наши общие природные ценности везде, всегда. Это и составляет основу экологического воспитания, направленного на формирование ответственного отношения к окружающей природной среде.

В учебных заведениях работа по формированию экологической культуры осуществляется в тесной взаимосвязи со здоровьесберегающей деятельностью. Основная цель этого гармоничного комплекса мероприятий — воспитать не только экологически культурного, но также физически и духовно здорового человека. Такой подход к обучению и воспитанию школьников является особенно важным в индустриальных регионах с неблагоприятной экологической обстановкой.

Библиографический список

1. Макарова, Л. М. Экологическая психология и педагогика [Текст] : учебное пособие / Л. М. Макарова. — Самара : Самарский государственный университет, 2014. — 123 с.
2. Капранов, С. В. Растения в ноосфере и здоровье населения [Текст] / С. В. Капранов, Г. В. Капранова, Л. А. Пенская. — Луганск : Янтарь, 2008. — 256 с.
3. Исследовательская и проектная работа школьников 5–11 классы [Текст] / А. В. Леонтович, А. С. Савичев ; под ред. А. В. Леонтовича. — М. : ВАКО, 2014. — 160 с.
4. Дослідницька робота школярів з біології [Текст] : навч.-метод. посіб. для студ. / за заг. ред. С. М. Панченка, Л. В. Тихенко ; М-во освіти і науки України. — Суми : ВТД «Університетська книга», 2008. — 368 с.

© Капранова Г. В.

Рекомендована к печати директором ГУ ЛНР «АИМЦ» Возняк О. В.,
к.х.н., зав. КМНІЛ НЦМОС ДонГТИ Смирновой И. В.

Статья поступила в редакцию 01.06.2020.

Ph.D. in Pedagogy Kapranova G. V. (Alchevsk Information and Methodological Center, Alchevsk, LPR, galya.kapranova.63@mail.ru)

SYSTEM OF ECOLOGICAL EDUCATION AND UPBRINGING THE STUDENTS WHEN TEACHING NATURAL SCIENCES

Ecology in a modern sense is a complex integrated set of sciences. Students' ecological education and upbringing should be based on the relationship between educational, extra-class and extracurricular activities. The role of extracurricular entities should increase and ensure the continuity of education and upbringing of the younger generation. Skills, research skills embedded at school can be successfully implemented within subsequent years in the process of professional and administrative activities of adult citizens of the Lugansk People's Republic.

Key words: education, upbringing, ecology, culture, research, students.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

BRIEF REPORTS

УДК 504(063)

ЭКОЛОГИЯ В ФОРМАТЕ НАУЧНЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ 2020 ГОДА**1. XII Международная молодежная научная конференция «Планета — наш дом»**

22 мая 2020 года в ГОУ ВПО ЛНР «Донбасский государственный технический университет» состоялась XII Международная молодежная научная конференция «Планета — наш дом». Конференция проходила в заочном формате.

Участниками мероприятия стали студенты и учащиеся образовательных учреждений, преподаватели, научные сотрудники и др. из Российской Федерации, Республики Ангола, США, Швейцарии, а также Луганской Народной Республики.

Конференция проводилась с целью повышения интереса к научной деятельности у молодых исследователей, вовлечения их в научно-исследовательский процесс, обмена научной и практической информацией и обсуждения возможных путей решения современных экологических проблем.

Участников конференции приветствовали ректор Донбасского государственного технического университета А. М. Зинченко и министр природных ресурсов и экологической безопасности ЛНР Ю. А. Дегтярев.

В приветственном слове А. М. Зинченко отметил, что «до 2014 года конференция проводилась ежегодно, после чего в ее работе наступил шестилетний перерыв. Но в 2019 году руководство университета совместно с МОН ЛНР приняло решение возобновить это нужное для молодежи мероприятие.

За 11 лет (с 2004 по 2014 годы) в работе конференции приняли участие около 1000 человек из 14 государств, расположенных на 3 континентах. По материалам конференций было издано 11 сборников.

Данная конференция — это наш с вами скромный вклад в поиск пути возвращения планете Земля ее первозданного вида с чи-

стым воздухом, прозрачными водами и зелеными лесами».

Обращаясь к участникам конференции, министр природных ресурсов и экологической безопасности ЛНР подчеркнул важность сотрудничества: «Наше министерство должно не только быть в курсе подобных форумов, но и принимать активное участие в их работе. То, что после долгого перерыва конференция возобновила свою работу, говорит об интересе молодых исследователей к природоохранным проблемам. А их в Республике достаточно.

Молодежная конференция — ярчайший пример преемственности поколений в научных экологических исследованиях. И я верю, что молодые ученые и исследователи будут с блеском решать и экологические, и все другие задачи, которые ставит перед нами время».

На конференции были представлены 25 докладов, среди которых видео- и аудиодоклады зарубежных участников конференции: Виржилио Сантуша (г. Луанда, Республика Ангола), Марии Дрозд (г. Базель, Швейцария), Наталии Каллахан (Флорида, США), Евгении Калугиной (г. Воронеж, РФ).

Основная тематика докладов конференции была связана с анализом региональных проблем в области экологии и природопользования и поиском путей их решения.

2. XVI Международный форум-конкурс студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования – 2020»

17 и 18 июня 2020 года в Санкт-Петербургском горном университете проходил XVI Международный форум-конкурс студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования – 2020». В качестве экспертов в форуме приняли участие 20 преподавателей и научных сотрудников ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ». А студентами и

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

молодыми учеными были представлены 3 доклада на английском языке:

– «Информационные системы в решении экологических проблем» («Information systems in environmental monitoring») — докладчик студентка группы ЭК-16 Анастасия Савенко (Секция 8. Климатические изменения, природоохранная деятельность и принципы устойчивого развития горного производства. Подсекция 8.1. Устойчивое развитие регионов и экологическая безопасность);

– «Аппаратно-программный комплекс для осуществления геоэкологического мониторинга сдвижений земной поверхности и массива горных пород» («Hardware-and-software Complexfor Geo-ecological Monitoring of Earth Surfaceand Rock Mass Movements») — докладчики аспирант Глеб Кузьмин и выпускница кафедры МГГ Анастасия Кусайко (Секция 3. Геотехнологии освоения недр: современные вызовы и перспективы. Подсекция 3.2. Технологии освоения подземного и наземного пространства. Геомеханика и управление состоянием массива);

– «Исследование эффективности пульсирующего способа продувки металла инертным газом в сталеразливочном ковше» («Investigation of efficiency of pulsating method of metal blowing with inert gas in steel teeming ladle») — докладчик ассистент кафедры «Металлургия черных металлов» Ярослав Романчук (Секция 7. Оборудование, транспортное обслуживание и энергоэффективность производств минерально-сырьевого комплекса. Подсекция 7.1. Инновации и перспективы развития горного машиностроения).

Студентка группы АЗС-15 Инга Глушкина приняла участие в конкурсе творческих проектов и представила свои разработки на тему: «Международный аэровокзальный комплекс в г. Луганске».

При подведении итогов XVI Международного форума-конкурса студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования – 2020» доклад ассистента кафедры МЧМ ДонГТУ Ярослава Романчука (руководитель профессор С. В. Куберский) был признан одним из лучших в подсекции 7.1 (рис. 1).



Рисунок 1 Список лучших докладчиков по подсекции 7.1. Инновации и перспективы развития горного машиностроения

За активное участие в этом представительном форуме университет получил благодарственное письмо от ректора Санкт-Петербургского горного университета, председателя Совета управляющих Центра

ЮНЕСКО В. Литвиненко. Пять студентов и молодых ученых ДонГТУ получили сертификаты, а сотрудники университета — благодарственные письма за участие в работе экспертных комиссий.

ТРЕБОВАНИЯ

к рукописям статей в научный журнал «Экологический вестник Донбасса»

Научные статьи, предоставляемые в редакцию, должны соответствовать требованиям, составленным на основании требований ВАК МОН ЛНР и базового издательского стандарта по оформлению статей ГОСТ 7.5–98 «Журналы, сборники, информационные издания».

Научный журнал «Экологический вестник Донбасса» издаётся 4 раза в год. Научный журнал формирует редакционная коллегия: 94204, г. Алчевск, ул. Чапаева, 51г, ауд. 219, ДонГТИ; тел.: (072)-180-54-84; (072)-137-20-51; e-mail: eco.donbass@mail.ru; секретарь редакционной коллегии Подлипенская Лидия Евгеньевна.

Тематика разделов:

- Экология.
- Геоэкология.
- Региональная экология и природопользование.
- Природоохранное законодательство.
- Краткие сообщения.

Представляемые в статье материалы должны быть актуальными, отвечать новым достижениям науки и техники, иметь практическую значимость, соответствовать направленности журнала и представлять интерес для широкого круга специалистов.

Название статьи должно быть лаконичным и понятным, включать в себя объект и предмет исследований, иметь прямое отношение к области исследований и её результатам.

Обязательные элементы статьи:

- 1) постановка проблемы, обоснование её актуальности;
- 2) анализ последних исследований и публикаций по данной проблеме, вскрытие их недостатков и противоречий;
- 3) выделение нерешённых ранее частей общей проблемы, которым посвящается данная статья;
- 4) формулирование цели, идеи, объекта и предмета исследований, постановка задач исследований;
- 5) описание и обоснование принятой методики исследований;
- 6) изложение основного материала теоретических и (или) экспериментальных исследований с обоснованием достоверности полученных научных результатов;
- 7) выводы о научной новизне и практической ценности результатов, направление дальнейших исследований.

По решению редколлегии в каждом номере журнала может быть опубликовано не более одной статьи обзорного характера, включающей большую часть рекомендованных выше основных элементов.

Редакция оставляет за собой право отклонять рукописи обзорного и компилятивного характера с нечётко сформулированными научными результатами, новизна и достоверность которых недостаточно обоснованы.

Результаты работы не должны предоставляться в виде тезисов.

Ответственность за нарушение авторских прав, несоблюдение действующих стандартов и недостоверность приведённых в статье данных полностью несут авторы статьи.

Текст статьи предоставляется на электронном носителе и в печатном виде, сопроводительная документация только в печатном виде (скан-копия).

Статья должна сопровождаться:

- внутренней рецензией члена редколлегии и внешней рецензией, заверенной печатью организации;

– лицензионным договором с автором(и).

Рекомендуемое количество авторов статьи — до 3-х человек. При необходимости, по решению редколлегии, количество авторов может быть увеличено до 5-ти.

Языки предоставления статей: русский, английский.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ

Текст рукописи статьи от 5 до 10 страниц в книжной ориентации на белой бумаге формата А4 (210×297 мм) с полями: верхнее, нижнее — 27 мм; левое, правое — 24 мм. Различать колонтитулы чётных и нечётных страниц: от края до верхнего колонтитула — 2 см; от края до нижнего колонтитула — 2 см. Страницы не нумеруются. Рукопись статьи оформляется с применением редактора **MS Word в формате, полностью совместимом с Word 97–2003**: шрифт — Times New Roman, размер — 12 пт, интервал — одинарный, выравнивание — по ширине, абзацный отступ — 0,5 см.

Функция «Автоматическая расстановка переносов» должна быть **активирована**. Весь материал подаётся в чёрно-белом оформлении (без градиентов серого или цветовой палитры).

Не допускается использование списков (маркированных и нумерованных) и элементов «Надпись». **Запрещено использование стилей!**

Оформление статей

Статья подаётся отдельным файлом «*Статья.doc*».

УДК проставляется вверху, выравнивание по левому краю, шрифт полужирный, без абзацного отступа. УДК можно определить самостоятельно с помощью классификатора <https://teacode.com/online/udc>. Проверить корректность расшифровки известного УДК можно здесь — <http://scs.viniti.ru/udc/Default.aspx>.

Через один интервал — учёная степень, фамилия, инициалы, разделённые пробелом. С новой строки в круглых скобках через запятую — название организации, название города, страны, e-mail автора. Шрифт полужирный, курсив, выравнивание по правому краю, без абзацного отступа.

С новой строки — название статьи. Выравнивание по центру, шрифт Arial, полужирный, видоизменение — все прописные, без абзацного отступа, интервал перед и после абзаца — 12 пт, с запретом автоматического переноса слов в абзаце. **Не допускается** набор всего названия заглавными буквами (Caps Lock).

С новой строки — краткая аннотация на языке публикации: размер шрифта — 11 пт, курсив. В аннотации сжато излагается формулировка задачи, которая решена в статье, и приводятся полученные основные результаты.

После аннотации с новой строки — ключевые слова (6–8 слов на языке статьи), курсивом, размером 11 пт, интервал после абзаца — «Авто». Фраза «Ключевые слова:» выделяется полужирным начертанием.

С новой строки — текст статьи в **две колонки** одинаковой ширины, промежуток между колонками — 0,5 см.

Слова «рисунок» и «таблица» при упоминаниях в тексте пишутся полностью (пример: «... на рисунке 2 ...»), а в ссылках в конце предложения — сокращённо в скобках (примеры: «... схема инвертора (рис. 2).», «... получены экспериментальные данные (табл. 4).»).

После текста статьи полужирным шрифтом размером 11 пт располагается заголовок «Библиографический список»: интервал перед абзацем — 12 пт, после абзаца — 8 пт, выравнивание по левому краю.

Библиографический список оформляется согласно ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления» размером 11 пт, курсивом и должен быть составлен в порядке упоминания в тексте. Ссылки на литературу в тексте статьи заключаются в квадратные скобки. Рекомендованное количество ссылок — не более восьми источников. Для статей обзорного характера — количество ссылок принимается по решению редколлегии.

Через один интервал — учёная степень, фамилия, инициалы, полное название организации, название статьи, аннотации и ключевые слова на оставшемся языке из двух (русский, украинский), размером шрифта 11 пт.

Учёная степень, фамилия, инициалы оформляются полужирным шрифтом, без абзацного отступа, выравниванием по левому краю. В круглых скобках курсивом через запятую — название организации, название города, страны, e-mail автора.

С новой строки, без абзацного отступа, выравниванием по левому краю — название статьи заглавными буквами.

С новой строки — краткая аннотация курсивом.

С новой строки — ключевые слова курсивом. Фраза «Ключевые слова:» выделяется полужирным начертанием.

Оформление аннотаций отдельным файлом

Аннотация и ключевые слова дополнительно подаются отдельным файлом «*Аннотация.doc*», размером шрифта 11 пт.

Учёная степень, фамилия, инициалы оформляются полужирным шрифтом, без абзацного отступа, выравниванием по левому краю. В круглых скобках курсивом через запятую — название организации, название города, страны, e-mail автора. С новой строки, без абзацного отступа, выравниванием по левому краю — название статьи заглавными буквами.

С новой строки — краткая аннотация курсивом.

С новой строки — ключевые слова курсивом. Фраза «Ключевые слова:» выделяется полужирным начертанием.

Не допускается внедрение в текст аннотации объектов (формул, рисунков и т. д.).

Оформление рефератов отдельным файлом

Реферат подаётся отдельным файлом «*Реферат.doc*»: размер шрифта — 11 пт, без абзацного отступа, выравнивание — по левому краю. Функция «Автоматическая расстановка переносов» должна быть **выключена**.

Фамилия, имя, отчество оформляются полужирным шрифтом.

С новой строки — учёная степень, должность.

С новой строки — название подразделения.

С новой строки через запятую — название организации, название города, страны, e-mail автора, AuthorID автора (при наличии регистрации в РИНЦ).

Через интервал повторить данные для каждого автора.

Через интервал — название статьи (полужирным начертанием).

Через интервал — текст реферата. Реферат объёмом от 200 до 300 слов исключительно общепринятой терминологии должен быть структурированным и содержать следующие элементы: цель, методика, результаты, научная новизна, практическая значимость. Фразы «Цель.», «Методика.», «Результаты.», «Научная новизна.», «Практическая значимость.» (на русском языке), «Мета.», «Методика.», «Результати.», «Наукова новизна.», «Практична значущість.» (на украинском языке), «Aim.», «Technique.», «Results.», «Scientific novelty.», «Practical significance.» (на английском языке) размещаются с новой строки и выделяются полужирным начертанием. Реферат не должен повторять название статьи.

Через интервал — ключевые слова курсивом. Фраза «Ключевые слова:» выделяется полужирным начертанием.

Не допускается внедрение в текст реферата объектов (формул, рисунков, и т. д.).

Рисунки

Рисунки вставляются в текст единым объектом и могут быть представлены: – *растровыми форматами* — gif, tiff, jpg, bmp и им подобными (качество 300 dpi);

– векторными форматами — emf, wmf (графики, диаграммы).

Рисунки, выполненные в программах Corel, CAD, Word и др., переводятся в один из описанных выше форматов, предпочтительно векторный.

Графический материал следует располагать непосредственно после текста, в котором он упоминается впервые, или на следующей странице. Все позиции, обозначенные на рисунке, должны быть объяснены в тексте и нанесены слева направо, сверху вниз. Перед рисунком интервал 12 пт. Выравнивание по центру, ширина в одну колонку (большие рисунки располагают на ширину страницы вверху или внизу). Рисунки размещают в тексте (не в таблицах), обтекание рисунка — «в тексте». Все рисунки подаются дополнительно отдельными файлами.

Допускается размещение пояснительных данных под иллюстрацией (подрисуночный текст) с выравниванием по центру, без абзацного отступа, размером 10 пт.

Под каждым рисунком (подрисуночным текстом) располагается надпись в формате «Рисунок № Название» с выравниванием по центру без абзацного отступа, интервалом перед и после абзаца — «Авто», размером шрифта 11 пт, с запретом автоматического переноса слов в абзаце. Статья не должна заканчиваться рисунком. Рекомендуется, чтобы площадь, занятая рисунками, составляла не более 25 % общего объема статьи.

Формулы

Абзац, содержащий формулы, должен иметь следующие параметры: выравнивание по левому краю, без абзацного отступа, интервал перед и после абзаца 6 пт, позиции табуляции — 3,93 см по центру (для расположения формулы) и 7,85 см по правому краю (для расположения номера формулы). Формулы целиком (включая размерности) выполняются с помощью редактора формул **Microsoft Equation 3** или **MathType** математическим стилем, обычное начертание шрифта (нормальный), со следующими размерами:

Full (обычный).....	12 pt
Subscript/Superscript (крупный индекс)	9 pt
Sub-Subscript/Superscript (мелкий индекс)	7 pt
Symbol (крупный символ).....	14 pt
Sub-Symbol (мелкий символ).....	12 pt
Формат	по центру
Междустрочный интервал	200 %

Недопустимо масштабирование и размещение формул в табличном формате. В одном блоке формулы, попадающем на границу колонок, допускается только одна строка (многострочные формулы разбиваются на блоки). Упоминание элементов формул в тексте статьи также выполняется в редакторе формул.

Таблицы

Все таблицы располагаются после упоминания в тексте и должны иметь нумерационный заголовок и название (размер шрифта 11 пт). Нумерационный заголовок (*Таблица 1*) выравнивается по правому краю над таблицей, курсив, интервал перед абзацем — 12 пт. С новой строки помещают название выравниванием по центру, без абзацного отступа, с запретом автоматического переноса слов в абзаце; интервал после абзаца — 6 пт.

Таблица выравнивается по центру контейнера, в книжной ориентации, шириной в 1 колонку (большие таблицы располагаются на ширину страницы вверху или внизу). Текст в таблице оформляется размером шрифта 11 пт или 12 пт без абзацного отступа. **Не допускается** заливка ячеек таблицы цветом. **Запрещается** располагать таблицу в альбомной ориентации. После таблицы отступается один интервал.

СОДЕРЖАНИЕ

Экология

<i>Дегтярев Ю. А.</i> АКТУАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ	5
<i>Подлипенская Л. Е., Бакуменко Ю. С.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЭВТРОФИКАЦИИ И САМООЧИЩЕНИЯ ВОДОЕМОВ	10
<i>Смирнова И. В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СТРУКТУРИРОВАННОЙ ВОДЫ	19
<i>Перегорода С. А., Воробьёв А. А., Швыдченко С. С.</i> ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГАЗОННЫХ ТРАВСТОЕВ Г. АЛЧЕВСКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ LAWN MASTER	25

ГЕОЭКОЛОГИЯ

<i>Давиденко В. А., Олейник Т. С., Скрипник Е. В.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СНИЖЕНИЯ ПЫЛЕВЫХ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ПРИ ДОБЫЧЕ УГЛЯ НА ШАХТАХ ДОНБАССА	31
<i>Левченко Э. П., Левченко О. А., Михальян Д. В.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ РЕЗИНЫ МЕТОДОМ ТЕРМОДЕСТРУКЦИИ	38
<i>Проценко М. Ю., Воронько М. И.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ КОНВЕРТЕРНОГО И ФЕРРОСПЛАВНОГО ПРОИЗВОДСТВ ДЛЯ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫХ РАСПЛАВОВ	43
<i>Подлипенская Л. Е., Горельников С. А., Кусайко Н. П.</i> ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ В ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	50

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

<i>Капранов С. В.</i> СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА, ОСНОВАННАЯ НА ТЕОРИИ «ТРЕХ ЗВЕНЬЕВ»	65
<i>Бушенецкая К. Е., Ладыш И. А.</i> К ВОПРОСУ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В РЕГИОНЕ	72
<i>Капранова Г. В.</i> СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ВОСПИТАНИЯ УЧАЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ ДИСЦИПЛИН	77

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

ЭКОЛОГИЯ В ФОРМАТЕ НАУЧНЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ 2020 ГОДА	85
--	----

CONTENT

ECOLOGY

<i>Degtyarev Yu. A.</i> ACTUAL ECOLOGICAL PROBLEMS OF THE LUGANSK PEOPLE'S REPUBLIC	5
<i>Podlipenskaya L. E., Bakumenko Yu. S.</i> RESEARCH ON EUTROPHICATION AND SELF-PURIFICATION PROCESSES IN WATER BODIES	10
<i>Smirnova I. V.</i> RESEARCH ON THE PROPERTIES OF STRUCTURED WATER	19
<i>Peregoroda S. A., Vorobiyov A. A., Shvydchenko S. S.</i> QUALITY ASSESSMENT OF LAWN GRASS STANDS IN ALCHEVSK USING THE LAWN MASTER SYSTEM	25

GEOECOLOGY

<i>Davidenko V. A., Oleynik T. S., Skripnik E. V.</i> EFFICIENCY INCREASE FOR REDUCING DUST EMISSIONS INTO ATMOSPHERE OF POPULATED LOCALITIES CONSIDERING COAL MINING AT DONBASS MINES	31
<i>Levchenko E. P., Levchenko O. A., Mikhalyian D. V.</i> ENVIRONMENTAL ASPECTS OF RUBBER WASTE RECYCLING BY THERMODESTRUCTION METHOD	38
<i>Protsenko M. Yu., Voronko M. I.</i> USE OF CONVERTER AND FERRO-ALLOY PRODUCTION WASTE FOR EXTERNAL-STEEL TREATMENT OF IRON-CARBON MELTS	43
<i>Podlipenskaya L. Ye., Gorelnikov S. A., Kusayko N. P.</i> POSSIBILITY OF USING THE SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS IN GEOECOLOGICAL RESEARCH	50

REGIONAL ECOLOGY AND NATURE MANAGEMENT

<i>Kapranov S. V.</i> SYSTEM OF METHODS TO PROTECT PEOPLE'S HEALTH AGAINST ATMOSPHERIC POLLUTION BASED ON THE THREE LINKS THEORY	65
<i>Bushenetskaya K. E., Ladysh I. A.</i> TO THE ISSUE OF ECOLOGICAL SITUATION IN THE REGION	72
<i>Kapranova G. V.</i> SYSTEM OF ECOLOGICAL EDUCATION AND UPBRINGING THE STUDENTS WHEN TEACHING NATURAL SCIENCES	77

BRIEF REPORTS

ECOLOGY IN THE FORM OF 2020 SCIENTIFIC CONFERENCES	85
--	----

Distribution and replication is forbidden without official allowance of SEI HE "DonSTI"

UDC 502:504.06

Ecological Bulletin of Donbass

Scientific Journal

Issue 1 2021

Establishers:
SEI HE "DonSTI" (LPR) supported by
Ministry of Natural Resources
and Environmental Safety of LPR

*Certificate of Ministry of Communications
and Mass Media of the LPR
for mass media registration
III 000174 dated 19.01.2021*

*Recommended by academic council
of SEI HE "DonSTI"
(Record № 6 dated 29.01.2021)*

Format 60×84 $\frac{1}{8}$
Conventional printed sheet 11,6
Order № 17
Circulation 100 copies
Publishing office is not responsible for
material content giving by author
for publishing

Address of editorial office, publishing
and establishing:
SEI HE "Donbass State Technical Institute"
Lenin avenue, 16, Alchevsk, LPR
94204
E-mail: info@dstu.education
Web-site: <http://www.dstu.education>

PUBLISHING AND PRINTING CENTER,
Room 2113, tel/fax 2-58-59
Certificate of State registration for mass
media publisher, owner and distributor
MI-SGR ID 0000055 dated 05.02.2016

Editor-in-chief

Kuberskiy S. V. — PhD in Engineering, Prof.,
Acting Rector

Deputy chief editor

Vishnevskiy D. A. — PhD in Engineering, Ass. Prof.

Editorial board:

Degtyaryov Yu. A. — Minister of Natural Resources
and Environmental Safety of LPR

Pyatkova N. P. — PhD in Economics, Ass. Prof.

Ladysh I. A. — Doctor of Agricultural Sciences,
Ass. Prof.

Zinchenko A. M. — PhD in Economics, Ass. Prof.

Kusayko N. P. — Head of SMCE

Smirnova I. V. — PhD in Chemistry

Levchenko E. P. — PhD in Engineering, Ass. Prof.

Protsenko N. Yu. — PhD in Engineering, Ass. Prof.

Shvydchenko S. S. — PhD in Biology, Ass. Prof.

Secretary of Editorial board

Podlipenskaya L. Ye. — PhD in Engineering,
Ass. Prof.

For research scientists, PhD seekers, students
of higher educational institutions, scientific
institutions, environmental specialists and ecologists,
governmental institutions.

Issue language:
Russian, English

Computer layout
Ismailova L. M.

© SEI HE "DonSTP", 2021
© Chernyshova N. V., graphic, 2021