



**Научный журнал "Академический вестник ЭЛПИТ"**

**Scientific journal "Academical bulletin ELPIT"**

**Том №7 Номер 4 (22)**

**Volume 7, Issue 4 (22)**

**Издательство "ELPIT"**

**EDITION "ELPIT"**

**ISSN 2542-1743**

**Тольятти, 2022 г.**

**Togliatti, 2022**

**0+**

*Свидетельство о регистрации СМИ Эл № ФС77-67272 от 21.09.2016 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)*

**Электронное периодическое издание  
научный журнал "Академический вестник ЭЛПИТ" ISSN 2542-  
1743**

**Electronic periodical edition  
scientific journal "Academical bulletin ELPIT"**

**Том №7 Номер 4 (22)**

**Volume 7, Issue 4 (22)**

**Редакция**

Главный редактор - А.В. Васильев, д.т.н., профессор;  
Ответственный редактор, веб-редактор - А.И. Ганин;  
Корректор - В.А. Васильева;  
Начальник отдела подписки и рекламы Л.А. Васильева

**Редакционная коллегия**

Р.Р. Даминов, доктор технических наук., профессор (филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Стерлитамак),

Р.Я. Дыганова, доктор биологических наук, профессор (Казанский государственный энергетический университет, г. Казань),

Н.И. Иванов, доктор технических наук, профессор (Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург),

А.А. Иголкин, доктор технических наук, доцент (Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, г. Самара),

Я.И. Иевиньш, доктор наук, профессор (Рижский технический университет, Латвийская Республика, г. Рига),

С. Луцци, доктор наук, профессор (Флорентийский университет, Итальянская Республика, г. Флоренция),

Г.С. Розенберг, чл.-корр. РАН, доктор биологических наук, профессор (Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти),

С. Сибильо, доктор наук, профессор (Второй Неаполитанский университет, Итальянская Республика, г. Неаполь),

А.С. Сироткин, доктор технических наук, профессор (Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань),

Е.И. Тихомирова, доктор биологических наук, профессор (Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А., г. Саратов),

Ю.В. Трофименко, доктор технических наук, профессор (Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, г. Москва),

Г.Н. Яговкин, доктор технических наук, профессор (Самарский государственный технический университет, г. Самара),

Н.Г. Яговкин, доктор технических наук, профессор (Самарский государственный технический университет, г. Самара)

## СОДЕРЖАНИЕ

С. 4

ПРЕДИСЛОВИЕ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

С. 5-21

Н.М. ГАСАНОВА, А.В. ВАСИЛЬЕВ  
ОСОБЕННОСТИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЧВЫ  
НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ  
ХОЛМОГОРСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

С. 22-27

А.С. КОРОТКОВА, Э.Р. БАРИЕВА, Е.В. СЕРАЗЕЕВА  
ВНЕДРЕНИЕ ДИСКОВОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ  
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА  
ПРЕДПРИЯТИИ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

С. 28-35

И.Л. ПЕТРОВИЧ, А.В. ВАСИЛЬЕВ  
АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО  
ВОЗДУХА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОРЕНБУРГСКОГО  
НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

С. 36-41

А.А. СУЛЕЙМАНОВА, Э.Р. БАРИЕВА, Е.В. СЕРАЗЕЕВА, А.Э.  
КОРОЛЁВ, И.В. ХОХЛОВА  
ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ  
ХАРАКТЕРИСТИКА ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ОЗЕРО КАРА-КУЛЬ»  
БАЛТАСИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

## ПРЕДИСЛОВИЕ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

В очередном выпуске научного журнала «Академический вестник ЭЛПИТ», представлены научные статьи авторов из гг. Самары и Казани, посвященные различным актуальным проблемам экологии и безопасности жизнедеятельности.

Статьи авторов из г. Самары посвящены проблеме негативного воздействия на окружающую среду при эксплуатации нефтегазовых месторождений. Рассмотрены особенности рекультивации нефтезагрязненных территорий на примере Холмогорского нефтяного месторождения. Проанализированы направления рекультивации почвы и этапы рекультивации. Внедрение предложенных рекультивационных мероприятий позволит достичь эффективного снижения загрязнения почвы при эксплуатации Холмогорского месторождения. Также рассмотрены особенности негативного воздействия на качество атмосферного воздуха при эксплуатации Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения. Проведен анализ объектов Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения. Описан рейтинг приоритетных загрязняющих веществ воздушной среды в районе месторождения. Рассчитана категория опасности предприятия.

Статьи авторов из г. Казани содержат результаты различных подходов к проблеме очистки сточных вод. Рассматривается технология очистки сточных вод. Предложено техническое решение с внедрением дискового фильтра по усовершенствованию технологии очистки сточной воды на предприятии жилищно-коммунального хозяйства. Согласно проведенным расчетам, предложенное техническое решение имеет высокую эффективность очистки сточных вод. В работе проведены исследования морфометрических и физико-химических показателей озера Кара-Куль (Черное). Дана оценка состояния водного объекта и прилегающей к нему территории. Рекомендованы экологические мероприятия по сохранению озера как памятника природы.

Среди авторов данного выпуска научного журнала «Академический вестник ЭЛПИТ» - как известные ученые, так и молодые ученые, студенты бакалавриата, магистранты.

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Учредителем и издателем журнала является Общество с ограниченной ответственностью «Институт химии и инженерной экологии».

А.В. Васильев, главный редактор журнала, д.т.н., профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ, заслуженный эколог Самарской области

УДК 622.882

## **ОСОБЕННОСТИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЧВЫ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ ХОЛМОГОРСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Н.М. Гасанова, А.В. Васильев

Самарский государственный технический университет, г. Самара,  
Россия

### **АННОТАЦИЯ**

В статье рассмотрены особенности рекультивации нефтезагрязненных территорий на примере Холмогорского нефтяного месторождения. Проанализированы направления рекультивации почвы и этапы рекультивации. Внедрение предложенных рекультивационных мероприятий позволит достичь эффективного снижения загрязнения почвы при эксплуатации Холмогорского месторождения.

**Ключевые слова:** почва, месторождение, нефтезагрязненная территория, экологическое воздействие, рекультивация

При разработке и эксплуатации нефтегазовых месторождений может произойти существенное загрязнение почвы [1, 4-7, 9, 10, 13, 15-17, 22, 24, 26-29]. В связи с этим необходимо проведение рекультивационных мероприятий [2, 3, 8, 11, 12, 14, 18-20, 23, 25].

Рекультивация почвы представляет собой комбинацию определенных мероприятий. Все они направлены на то, чтобы полностью восстановить хозяйственную ценность земли, ее продуктивность биологического характера.

Существует несколько направлений рекультивации почвы. В основном они зависят от предварительно поставленных целей. Основные из них хозяйственные; растениеводческие; сельскохозяйственные; рекреационные; природоохранные.

Существует несколько этапов, с помощью которых производится рекультивация. Все их необходимо производить в строго последовательном порядке. В первую очередь, проводятся подготовительные работы. Здесь составляется проект, проводятся предпроектные мероприятия. Они необходимы для того, чтобы разработать и составить проектную документацию, провести инженерные изыскания, составить схемы и концепцию будущих мероприятий.

После этого начинается инженерно-техническая часть рекультивации. Ее основным предназначением является всеми

возможными способами ликвидировать последствия от предварительно проведенной антропогенной деятельности. На этом этапе почва готовится для того, чтобы в последующем использовать и в народном хозяйстве, осваивать земли с биологической целевой точки зрения. Как правило, на этом этапе проводятся такие мероприятия, как нанесение плодородных пород; транспортировка полезной почвы; снятие поврежденной почвы; формирование откосов; планировка территории; мелиорация; сооружение гидротехнических объектов; строительство дорог.

После этого переходят к биологическому этапу, направленному на то, чтобы провести разные мероприятия фитомелиоративного и агротехнического характера, самым важным из которых является восстановление плодородия. Данные этапы могут быть разными по своей продолжительности. Вне зависимости от затраченного времени, они будут характеризоваться, как общая рекультивация в тот или иной период. Ее продолжительность может быть самой разной. Здесь все зависит от того, насколько сильно нарушена почва, а также от того, в каких целях и на протяжении, какого времени планируется использовать ее дальше.

Довольно часто этот период определяется теми сроками, которые необходимы для того, чтобы восстановить определенные природные компоненты. Например, если почва была нарушена достаточно сильно, потребуется провести достаточно долговременные процессы биологического, химического и физического управления. Основной задачей всех этих мероприятий является создание экономически выгодного объекта, которые сможет привлечь инвесторов. То есть из нарушенной техногенными процессами территории земли нужно сделать такую, которая будет полностью соответствовать основным требованиям природоохранного законодательства [20, 23, 25].

Холмогорское месторождение расположено на территории двух автономных округов. Большая часть находится в пределах Сургутского района ХМАО-Югры Тюменской области, а северная часть месторождения распространяется на территорию Пуровского района ЯНАО Тюменской области. Район населен слабо. Населенные пункты расположены в пойме реки Оби и вдоль железной дороги Тюмень-Сургут-Уренгой. Ближайшими разрабатываемыми месторождениями являются Карамовское, Федоровское, Когалымское, Пограничное. Через месторождение проходит автодорога с бетонным покрытием Ноябрьск-Сургут.

И особое внимание стоит уделить истории открытия холмогорского месторождения. Это произошло в начале семидесятых годов. В августе геологи обнаружили в юрских отложениях, на глубине более, чем 2000 м огромные залежи нефти. Высота пластов достигала 25 м. Самыми продуктивными оказались пласты, превышающее 7 м. Именно в них присутствовало максимальное количество черного золота. В настоящее

время разрабатывается 7 пластов. В них, согласно данным, находится нефть в количестве 70 млн. тонн.

Нефтяные продукты описанного комплекса транспортируются по трубопроводу, который проходит через Тюмень.

Дочерняя компания «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз» провела тщательное исследование по удачным местам залегания. Был выработан способ, с помощью которого можно получить дополнительные ресурсы. Для этого использовались методики, связанные с разрывом пластов гидравлическим методом. За счет этого удалось получить задел 95 млн. тонн нефти. Темпы извлекаемого продукта значительно увеличились. Примерно через 10 лет общая годовая добыча данного месторождения достигла примерно 340 000 тонн. На данный момент руководители предприятия выбирают площадки, на которых можно разместить новые скважины. Выбор площадки осуществляется при помощи обычной кустовой методики.

Холмогорское месторождение расположено в сильно заболоченной местности, с многочисленными мелкими озерами, которые пересекают извилистые ручьи. Слой торфа на территориях может достигать от 5 до 10 метров. На территории месторождения проложены бетонные дороги к основным производственным объектам относятся ЦПС, БКНС, базы промысловые, к остальным – грунтовые. На самой территории Холмогорского месторождения дороги из бетона проложены к большинству важных объектов, но есть много грунтовых путей. В этих условиях жизненно важно обеспечить месторождение специальной автотехникой, к которой относятся болотоходные вездеходы и амфибии. В пределах северной части месторождения расположен вахтовый поселок. В настоящее время на месторождении пробурено 76 поисковых разведочных и 1166 эксплуатационных скважин. Размеры месторождения составляют 31×15 км, при площади 480 км<sup>2</sup> и амплитуде поднятия - 160 метров. Географические координаты границ Холмогорского лицензионного участка приведены на основании лицензии на недропользование. Холмогорское месторождение расположено в сильно заболоченной местности, с многочисленными мелкими озерами, которую пересекают извилистые ручьи. Слой торфа на территориях может достигать от 5 до 10 метров.

В качестве методики загрязненных нефтью земель Холмогорского месторождения, их очистки и рекультивации предлагается использовать технологию особого характера. Она полностью адаптирована к Западной Сибири. Создана она была в конце девяностых годов. Перед тем как реализовать, программу подвергли государственной экологической экспертизе. Соответственно, данная технология полностью соответствует законодательству России. Также эта программа не противоречит законодательным требованиям.

Основа данной программы и технологии базируется на том, чтобы очистить почву микробиологическим способом. Он заключается в том, чтобы выделять из почвы аборигенные технологии в том, чтобы вводить в почву особые микроорганизмы. Также если изменить в почве физические и химические условия, можно будет активировать метаболическую активность. В данном случае подойдут стандартные приемы критического характера.

Эта технология достаточно эффективна и чиста. Причина в том, что в почву вносят такие микроорганизмы, которые непосредственно типичны для того или иного региона. Говоря иными словами, данная очистительная технология совершенно не нарушает микрофлору почвы. За 4 дня полностью восстанавливается общий экологический баланс и микробиоценоз.

Стоит отметить, что решения, касающиеся рекультивации, принимаются только после того, как проводится инвентаризация отдельных загрязненных участков. Она производится после того, как ликвидируется авария, после того, как локализуются все негативные факторы и проводится сама рекультивация. На тех участках, которые сильно загрязнены, проводят работы, связанные с ликвидацией последствий аварии. Собирается весь пролившийся нефтепродукт, затем вывозится в специальные пункты для последующей утилизации.

Очень важно обследовать участки при помощи небольших образцов почвы, провести с ними химический анализ. После этого проводится такой процесс, как маркшейдерская съемка. Обычно ее проводят в осеннее время, которое предшествует рекультивации. На основании этого исследования под каждый земельный участок составляется специализированный паспорт. В нем прописывается вся информация, касающаяся загрязненности. На основании такого документа формируется работа, связанная с регуляцией и очисткой почвы от загрязнений. Уровни возможного загрязнения, которые могут встретиться на участках, указаны в таблице 1.

Следует отметить, что все рекультивационные работы, которые проводятся на загрязненных участках, осуществляются в несколько основных последовательных этапов:

1. Выделение аборигенной культуры и ее масштабирование.
2. Технический этап рекультивации нефтезагрязненных территорий, состоящий из стадий - подготовительные работы, удаление древесно-кустарниковой растительности, сбор нефтесодержащей жидкости, нефтезагрязненного грунта с рекультивируемого участка; внесение торфяно-песчаной смеси на поверхность участка (при необходимости).

3. Биологический этап рекультивации нефтезагрязненных территорий, состоящий из стадий - агрохимическая и агротехническая обработка, биологическая рекультивация.

4. Заключительные работы.

Таблица 1

Время, необходимое на восстановление нефтезагрязненных земель в зависимости от степени загрязнения почвенных систем

Уровень загрязнения	Количество нефтепродуктов	Время рекультивации
Слабозагрязненный участок	До 150 г/кг (менее 15%)	1 год
Среднезагрязненный участок	От 150 – 300 г/кг (15 – 30%)	2 года
Сильнозагрязненный участок	Более 300г/кг (более 30 %)	2 и более лет

Перед тем как провести работы, связанные со смещением загрязненных участков и водоемов, необходимо в обязательном порядке взять пробы грунта. Их отправляют в специальную лабораторию. Здесь выделяют аборигенные микробы, проводят масштабирование симбиотических штаммов, которые характерны для почвы, находящейся на этом участке. Все это потом выбирают для того, чтобы внести на определенную территорию. Вся выделенная группа разных микроорганизмов и окисляющих компонентов используется в качестве субстрата. Она размножается и утилизирует нефть и продукты окисления. Благодаря подобной процедуре происходит очищение водоемов и почвы. Распадаются все негативные компоненты. В некоторых случаях могут быть использованы специальные ферментные и бактериальные препараты. Их выбор зависит от таких важных параметров, как условия участка, климатические и почвенные особенности, состояние нефти и время, которое прошло после разлива.

Сухой биопрепарат – масштабируется непосредственно в естественной загрязненной среде. Специальная термическая обработка биопрепарата дает большую плотность микроорганизмов в виде порошка, что обеспечивает биологическую очистку нефтезагрязненных участков в самых отдаленных местах. Сухой биопрепарат смешивается с удобрениями и вносится непосредственно на загрязненный участок, где и происходит его адаптация к природным условиям и масштабирование. Применение сухого биопрепарата заключается, в изначальной его готовности, к применению минуя стадии необходимые для наращивания биомассы и адаптации к данной местности. Биопрепараты деструкторы нефти. Для

более эффективной биодеструкции применяются специализированные биологические препараты. Данные биопрепараты в основном бактериальные, содержат один или несколько штаммов микроорганизмов. На основе опыта сотрудничества, а также анализа эффективности применения препаратов других производителей, определено, что наиболее эффективно в условиях месторождений использование биопрепаратов «МД» сухой (ООО «Экойл»). При разработке биопрепаратов учитывались следующие критерии:

1. Используемые биологические препараты в обязательном порядке должны быть комплексными, в них должны содержаться углеводороды и микроорганизмы, которые способны очистить почву.

2. Крупные нефтяные месторождения выбирают такие препараты, в которых есть высокоскоростные компоненты, способные при низкой температуре утилизировать все продукты переработки нефти. В подобной ситуации акцент делается на выборе штаммов, которые отличаются устойчивостью и высокой концентрацией солей.

Одним из распространенных биопрепаратов является "МД" (сухой). Его разработали в 2006 году. Здесь сконцентрированы клетки специальных микроорганизмов, которые разрушают нефтепродукты. Наносят его на специальный органический минеральный носитель, в котором также присутствовали элементы, способствующие росту микроорганизмов и разные микроэлементы. Данные препараты характеризуются долговременным хранением. Они эффективно смешиваются с минеральными удобрениями и просты в использовании. Также их удобно и просто доставлять к месту проведения обрабатываемых работ.

Выпускается в полиэтиленовых мешках весом 10-20 кг. Норма внесения комплексных биопрепаратов с маркой «МД» в зависимости от содержания нефтепродуктов в почве и глубины фрезерования почв приведена в таблице 2 согласно «Технологии...». Биопрепараты с маркой «МД» вносятся совместно с минеральными удобрениями [2].

Таблица 2

Норма внесения комплексных биопрепаратов с маркой «МД»

Содержание нефтепродуктов в загрязненных почвах, г/кг	Норма внесения биопрепарата
	биопрепарат «МД» (сухой), кг/га
<100	15
100-250	20
>250	25

Биопрепарат может быть внесен несколькими способами. Распылением вручную (разбрасывание) и распылением с помощью механизированных распылителей (например, ранцевые распылители). А также в случае труднодоступности участка биопрепарат можно наносить методом дождевания с помощью мотопомпы или других водонапорных средств. Биопрепарат «МД» (сухой) из расчета 10 кг биопрепарата на 4-8 м<sup>3</sup> воды растворяется, тщательно перемешивается и настаивается в течении 30 мин. Данный биопрепарат не оказывает отрицательного влияния на семена травосмесей. По классу опасности не токсичен для человека, теплокровных животных, рыб, не фитотоксичен. Микроорганизмы, входящие в состав биопрепарата, не относятся к патогенным биологическим объектам по «Классификации микроорганизмов-возбудителей инфекционных заболеваний человека, простейших, гельминтов и ядов биологического происхождения по группам патогенности» (приложение № 1 к СП 1.3.2322-08 «безопасность работы с микроорганизмами III-IV групп патогенности (опасности) и возбудителям паразитных болезней»). Биопрепарат не пожароопасен.

В состав биопрепарат входят штаммы *Pseudomonascitronellolis* 33, *Pseudomonaspanipatensis* 42, *Acinetobacterguillouiae* B1, *Rhodococcusruber* 14H и *Bacilluslicheniformis* S8. Все штаммы обладают способностью к окислению нефтепродуктов. Морфология и культуральные свойства. *Pseudomonascitronellolis* 33 и *Pseudomonaspanipatensis* 42 – грамотрицательные подвижные (монотрих) палочковидные бактерии. Обитают в воде и почве. Прямые или искривленные с закругленными концами палочки, (1–5) × (0,5–1,0) мкм, монотрих. Хемоорганогетеротрофы, облигатные аэробы, способны к денитрификации. Растут на МПА, МПБ и минеральной среде с добавлением нефти в качестве единственного источника углерода. Колонии появляются через 24-36 ч, крупные, до 4 мм в диаметре, 40 телесного цвета с ровным краем, матовые. Штаммы способны расти при температуре 42 °С (оптимум – 30 °С) и pH 7,0-7,3. *Acinetobacterguillouiae* B1 – грамотрицательная неподвижная палочковидная бактерия. Обитает в воде и почве. Прямые с закругленными концами палочки, (1–1,5) × 0,5 мкм. Хемоорганогетеротрофы, облигатные аэробы, не способны к денитрификации. Растут на МПА, МПБ и минеральной среде с добавлением нефти в качестве единственного источника углерода. Колонии появляются через 24-36 ч, мелкие, до 2 мм в диаметре, белого цвета с ровным краем, матовые. Штамм растет при 35 °С (оптимум 30 °С).

*Rhodococcusruber* 14H – грамположительная неподвижная не спорообразующая бактерия. Обитает в воде и почве. Клетки палочковидные неправильной формы, размеры (0,6-1) × (2,0-2,5) мкм. Имеют цикл развития: ветвящиеся палочки-кокки. Хемоорганогетеротрофы, облигатные аэробы. Растут на МПА, МПБ и

минеральной среде с добавлением нефти в качестве единственного источника углерода. Колонии появляются через 24-36 ч, мелкие, до 2 мм в диаметре, оранжевого цвета с ровным краем, матовые. Штамм растет при 10-40 °С (оптимум – 28-30 °С), рН 5-10 (оптимум рН 7,2).

*Bacilluslicheniformis* S8 – грамположительная подвижная спорообразующая бактерия. Спора располагается в центре клетки. Обитает в воде и почве. Тип дыхания аэробный. Колонии гладкие, плоские, матовые белёсого цвета, в центре может быть желтоватого цвета уплотнение, максимальный диаметр которого может составлять 3-5 мм. Вокруг него располагается прозрачная складчатая кайма, края которой сильно изрезаны. Колонии гладкие, плоские, матовые. Не вырастают в агар и легко отделяются от него. Растут на мясопептонном агаре, мясопептонном бульоне и минеральной среде с добавлением нефти в качестве единственного источника углерода. Штамм растет при 8 – 37 градусах (оптимум – 28-30), рН 6 - 10 (оптимум рН 7,2).

Технический этап рекультивации нефтезагрязненных территорий включает в несколько технологических стадий. Ниже приведен перечень основных видов работ, входящих в каждую из технологических стадий, составляющих технический этап рекультивации. При этом, определение необходимости включения того или иного вида работ осуществляется непосредственно главным инженером, курирующим выполнение рекультивационных работ на конкретном объекте, месторождении, регионе, административном районе.

На стадии «Подготовительные работы» устройство временных подъездных путей включает основные виды работ: перебазировка экскаваторы в карьер; погрузка грунта в карьере экскаватором; транспортировка грунта до участка; устройство лежневого настила; погрузка, транспортировка и разгрузка леса; перебазировка трелевочника; планировка грунта на участке бульдозером; перебазировка бульдозера до участка.

Временные сооружения (проезды) предусматриваются через действующие коммуникации и устраиваются при необходимости с целью доставки на загрязненный участок техники, материалов и рабочих. Проезды, как на минеральных, так и на торфяных грунтах, сооружаются из двух слоев бревен с грунтовой отсыпкой по верху переезда. Бревна (лежневый настил) укладываются на грунтовую отсыпку, так как высота насыпи от верха трубы существующих коммуникаций до поверхности насыпи проезда должна быть 42 не менее 1,4 м.

Устройство временных сооружений включает механизированные и ручные земляные работы. Грунт для отсыпки предусматривается доставлять самосвалами из карьеров, расположенных по близости к району проведения работ. Завоз леса для устройства переездов предусматривается с ближайших участков строительства в районе проведения работ по

рекультивации земель. Средняя дальность возки грунта и леса – до 20 км. После полного завершения работ по рекультивации земель временные сооружения подлежат демонтажу. Земляные работы, включает основные виды работ: перебазировка экскаватора на участок; разработка водосборных канав, траншей, ям-накопителей, приямков; обвалование участка или его частей. Проминка и проморозка участка для работ, производимых в зимний период, включает основные виды работ; перебазировка техники на участок (гусеничный трактор, тягач, бульдозер); выполнение проминки в 8 проходах.

Удаление надземных частей погибших деревьев, корчевка пней и удаление валежника включает основные работы:

- валка деревьев с корня, включая надземную часть валежника;
- очистка деревьев от сучьев и веток;
- раскряжевка хлыстов и бревен;
- трелевка леса, перемещение срубленных деревьев, хлыстов, бревен, веток, сучьев и другой древесины, осуществляемое вручную или с помощью трелевочных лебедок, тракторов и других средств механизации;
- складирование за пределами участка;
- сгребание, сбор древесных остатков;
- складирование за пределами участка;
- захоронение порубочных остатков и древесных отходов или уничтожение древесных отходов на месте (при наличии возможности, способами, не противоречащими требованиям законодательства и согласованными с обществом работ).

Очистку участка от древесно-кустарниковой растительности (деревьев, мелколесья, пней) производят с помощью корчевателя-собирателя на базе трактора. С поверхности участка убирают все отходы от раскорчевки и затем выполняют планировку поверхности участка. Для корчевки пней и очистки почв от корней также используют корчевателя-собирателя на базе трактора. На торфяных грунтах раскорчевку древесно-кустарниковой растительности рекомендуется проводить в холодный период года. Планировка участка выполняется бульдозером с одновременной засыпкой подкоренных ям. В мало доступных для техники местах (края участка, охранные зоны трубопроводов) – планировка выполняется вручную.

На стадии «Сбор нефтесодержащей жидкости на обводненных участках» с поверхности обводненного участка откачка нефтесодержащей жидкости (НСЖ) осуществляется передвижным насосным агрегатом в автоцистерны на базе болотохода (торфяные грунты) или самосвала (минеральные грунты). Вывоз НСЖ предусматривается на УПН нефтяных месторождений. Доочистку участка от остаточной свободной нефти производят в случае вымывания ее из почвенных горизонтов в период

после снеготаяния. НСЖ смывают мотопомпой в нефтеловушки (оставшиеся после ликвидации аварии), затем НСЖ откачивают из траншей специализированной машиной, снабженной насосом, с вывозом в автоцистернах на УПН нефтяных месторождений. Для сбора небольших пятен нефти, доочистки почв и водных объектов после откачки основного ее количества другими методами могут применяться различные сорбенты, впитывающие маты и сорбирующие пластины.

При необходимости для повышения эффективности восстановительных работ в соответствии с технологией возможно выполнение заторфовки восстанавливаемого участка (стадия «Внесение торфяно-песчаной смеси на поверхность участка») с последующим перемешиванием торфа с загрязненной почвой. Слой заторфовки определяется при передаче участков в рекультивацию и может составлять от 15 до 30 см.

Биологический этап рекультивации также включает в себя несколько технологических стадий. Ниже приведен перечень основных видов работ, входящих в каждую из технологических стадий, составляющих данный этап рекультивации. При этом, определение необходимости включения того или иного вида работ осуществляется непосредственно главным инженером, курирующим выполнение рекультивационных работ на конкретном объекте/месторождении/регионе /административном районе.

После выполнения всех необходимых мероприятий начинают работы, связанные с технической рекультивацией. На стадии «Агрохимическая и агротехническая обработка» при помощи почвообрабатывающих машин в почву вносится известь, одновременно с этим осуществляется ее рыхление. Основной целью данной процедуры является создание почвы, которая будет максимально благоприятной для последующей рекультивации биологического характера. Данный процесс состоит из следующих мероприятий: приготовление (подготовка) реагентов и препаратов (известки, гипса), находящихся в сыпучем состоянии (кроме торфа, торфопесчаной смеси), для внесения их в почву; внесение в почву ручным или механизированным способом (с болотохода) реагентов и препаратов, находящихся в сыпучем состоянии (кроме торфа, торфопесчаной смеси); внесение гипса (для участков с засолением); внесение минеральных удобрений.

Важную роль в разложении нефти и нефтепродуктов играет кислотность почв. Внесение известки применяется на кислых почвах, имеющих рН менее 5,5, и ставит целью поддержать реакцию почвенной среды близкой к нейтральной (рН 6-7), являющейся оптимальной для роста на углеводородах большинства бактериальных микроорганизмов. Почвы на участках загрязнения обычно кислые (где рН ниже 4,5). Для создания рН, оптимальной для разложения нефти и нефтепродуктов, улучшения структуры почв перед проведением этапа биологической рекультивации

необходимо произвести раскисление почв. Для этих целей обычно используется известь гашеная. Так же известкование улучшает физические свойства почвы (создается оптимальный водный, газоздушный, тепловой режимы, уровень рН, оптимальные концентрации макроэлементов, растет численность микроорганизмов, увеличивается их катаболическая активность, усиливается эффективность почвенных ферментов, возрастает энергия биохимических 46 процессов), снижает подвижность токсичных веществ, содержащихся в нефти. Известкование является непременным условием эффективного применения минеральных удобрений и поддержания на максимальном уровне активности нефтеокисляющей микрофлоры. Потребность в известковании определяется по обменной кислотности (рН солевой вытяжки).

Известковые удобрения должны быть хорошо измельчены, равномерно распределены по площади загрязненного участка и тщательно перемешаны с почвой, вносятся непосредственно перед фрезерованием, допускается одновременно с внесением удобрений. Агротехническая обработка, включает виды работ:

1. Фрезерование, дискование, вспашка или рыхление ручным, или механизированным способом верхней части почвы, грунта, торфяной залежи на глубину не менее 20 см с одновременным внесением ручным или механизированным способом комплекса удобрений (возможно одновременно с внесением раскислителей).

2. Устройство ручным или механизированным способом микроповышений (гребней) и микропонижений (борозд) рельефа.

3. Аэрация почвы фрезерованием.

4. Орошение поверхности обработанного участка водой (при необходимости).

5. Мульчирование рекультивируемого участка торфом, внесение торфяно-песчаной смеси. Рыхление почв почвообрабатывающими машинами предусматривается после внесения в нее извести.

Глубина, интенсивность механической обработки почв, выбор почвообрабатывающих машин полностью зависят от глубины проникновения загрязняющих веществ и степени загрязненности почв. Максимальная глубина (30 см) принимается для сильного уровня загрязнения (нефтепродукты 47 превышают значение 250 г на 1 кг почвы). С уменьшением уровня загрязнения пропорционально снижается и глубина перемешивания почвы. С целью более раннего высева трав глубина фрезерования почв обычно составляет 25-30 см, независимо от степени загрязненности участка. Одним из основных факторов, лимитирующих процесс разложения углеводов, составляющих основу нефти, является газоздушный режим загрязненной почвы.

Нефтяное загрязнение ухудшает газовый обмен почвы. Для окисления углеводов микроорганизмами необходимо наличие

молекулярного кислорода, в анаэробных условиях процесс окисления углеводов затруднен. Фрезерование загрязненных почв способствует улучшению аэрации, стимулирует активность углеводородокисляющих микроорганизмов, усиливает окислительные процессы. Благодаря процессу фрезерования резко снижается концентрация нефти в верхних, наиболее загрязненных слоях почвы путем разбавления его более чистым грунтом из нижних горизонтов. Увеличивается поверхность соприкосновения остаточных нефтепродуктов с биологически активной средой, улучшается водно-воздушный режим почв, что позволяет равномерно распределить по пахотному слою почвы, вносимые минеральные удобрения и раскислители.

Фрезерование почв является мощным регулирующим фактором, стимулирующим процессы самоочищения нефтезагрязненных почв. Рыхление почвенных горизонтов положительно влияет на микробиологическую и ферментативную активность, так как способствует улучшению оптимальных условий жизнедеятельности аэробных микроорганизмов, которые количественно и по интенсивности метаболизма доминируют в почвах и являются основными деструкторами углеводов. Рыхление и перепашка нефтезагрязненных горизонтов: с одной стороны - увеличивает диффузию кислорода в почвенные агрегаты, снижает концентрацию углеводов в почве, обеспечивает разрыв поверхностных пор, насыщенных нефтью; с другой стороны - способствует распределению компонентов нефти и нефтепродуктов в почве и увеличению активной поверхности субстрата для микроорганизмов.

Обработка почвы (путем фрезерования) создает мощный биологический активный слой с улучшенными агрофизическими свойствами. В почве при этом создается оптимальный водный, газозуддушный и тепловой режимы, растет численность микроорганизмов, увеличивается их катаболическая активность, усиливается эффективность почвенных ферментов, возрастает энергия биохимических процессов. Стадия «Биологическая рекультивация» Обеспеченность почв биогенными элементами – азотом, фосфором, калием, является важнейшим фактором, определяющим интенсивность разложения нефти и нефтепродуктов.

На замазученных участках почвы обеднены основными доступными элементами, поэтому недостаток биогенных элементов восполняется внесением минеральных удобрений. Наиболее эффективным способом внесения биопрепарата (культур микробов-деструкторов) в почву является внесение его в виде суспензии (водного раствора) с минеральными удобрениями. Суспензия приготавливается непосредственно перед применением биопрепарата путем растворения его в воде совместно с минеральными удобрениями, в концентрации согласно инструкции по

применению биопрепарата. Затем суспензия интенсивно перемешивается в течение 4-6 часов.

Промывочные воды (полученные от промывки емкостей для приготовления суспензии) после использования рабочего раствора сливают на загрязненную почву. Внесение минеральных удобрений, биопрепарата производят после внесения в почву извести и рыхления почв. При повторной механической обработке почвы (фрезерование) с одновременным внесением минеральных удобрений, культур микробов-деструкторов создается мощный биологически активный слой с улучшенными агрофизическими свойствами.

Внесение биопрепаратов, включает виды работ: приготовление (подготовка) биопрепаратов для внесения их в почву; внесение в почву ручным или механизированным способом (с болотохода или иной спецтехники) биопрепаратов, допускается с одновременным внесением удобрений; фрезерование верхней части почвы, грунта, торфяной залежи с одновременным внесением биопрепаратов (микробов-деструкторов) и удобрений.

Внесение водного раствора биопрепарата совместно с минеральными удобрениями на торфяных грунтах проводят с применением гидромонитора на базе болотохода, на минеральных грунтах с помощью брандспойта пожарной машины или с использованием мотопомпы. Раствор по поверхности участка следует распределять равномерно. Обработку проводят с краев участка. Если радиуса действия струи не хватает (минеральные грунты) для увлажнения всего участка, целесообразно для этих целей использовать также гидромонитор. Работы по фитомелиорации, включает виды работ: посев семян с использованием специальной техники или вручную, допускается с одновременным внесением удобрений; подсев трав ручным способом; заделка семян в почву механизированным или ручным способом (при необходимости).

Посев трав на торфяных грунтах проводят с применением сеялки на базе болотохода.

После выполнения на участке комплекса восстановительных работ из технического и биологического этапов, осуществляются заключительные работы. Исполнительная съемка рекультивированного участка, включает следующие работы: доставка специалиста-геодезиста и геодезического оборудования на участок; выполнение геодезической съемки участка; разбор/демонтаж временных сооружений; разборка временных проездов через трубопроводы; разборка временных подъездных путей; обратная засыпка приямков и канав; планировка и наведения порядка на территории, прилегающей к рекультивированному участку; вывоз образовавшихся при проведении работ отходов упаковочного материала и т.д.

Отбор проб почвы с рекультивированного участка включает виды работ: доставка специалиста-пробоотборщика на участок; выполнение анализа проб почв, отобранных на участке.

Отбор проб выполняется не ранее пятнадцати и не позднее, чем за тридцать дней после обработки участка биопрепаратом/гипсом. В случае, если участок подлежит рекультивации в течение двух и более лет, отбор проб осуществляется в рамках промежуточного контроля в каждый период (год) когда была выполнена обработка участка биопрепаратом/гипсом.

Результаты рекультивационных мероприятий определяются от времени, необходимого для восстановления замазученного участка и зависит от ряда условий: загрязненность почвы и воды, уровни загрязнения и засоления почвы, рН среды, почвенно-гидрологические условия, температура, влажность и т.д.

Можно сделать вывод, что внедрение предложенных рекультивационных мероприятий позволит достичь эффективного снижения загрязнения почвы при эксплуатации Холмогорского месторождения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобренко И.А., Павлова Е.Ю. Проблема повышения экологической безопасности при обращении с отходами бурения на территории Западной Сибири. Омский научный вестник. - 2015. - № 1 (138) - С. 198-202.
2. Бобренко И.А., Романова Н.П. Экономическая оценка применения биопрепаратов на нефтезагрязненных почвах. Россия и Европа. Единое экономическое пространство: сборник материалов Международной научно-практической конференции: 2-3 декабря 2010 г. - Омск: Омский институт (филиал) РГТЭУ, 2010. - С. 352-353.
3. Брюхань, Ф.Ф., Графкина М.В., Сдобнякова Е.Е. Промышленная экология: Учебник - М.: Форум, 2017. - 208 с.
4. Васильев А.В. Обеспечение экологической безопасности в условиях городского округа Тольятти: учебное пособие / А.В. Васильев - Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2012. - 201 с., ил.
5. Васильев А.В. Исследование токсичности органических отходов на территории бывшего ОАО "Фосфор". В сборнике: ELPIT-2013. Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов. Сборник трудов IV международного экологического конгресса (VI Международной научно-технической конференции. Научный редактор: А.В. Васильев. 2013. С. 46-51.
6. Васильев А.В. Кластерный подход в управлении региональным развитием и его реализация на примере кластера вторичных ресурсов

Самарской области. Вестник Самарского экономического университета. 2014. № 114. С. 38-42.

7. Васильев А.В. Особенности мониторинга негативного воздействия нефтесодержащих отходов на биосферу. Известия Самарского научного центра РАН. 2022. Т. 24. №2. С. 113-120.

8. Васильев А.В. Подходы к определению токсичности нефтесодержащих отходов с использованием биоиндикации и биотестирования. Известия Самарского научного центра РАН. 2022. Т. 24. №5. С. 36-43.

9. Васильев А.В. Анализ источников загрязнения биосферы нефтепродуктами и особенности оценки их экологического воздействия. Научный журнал "Академический вестник ЭЛПИТ". – г. Тольятти, 2022 г., изд-во "ELPIT" ООО "ИХиИЭ", Том 7, №2(20), с.15-20.

10. Васильев А.В., Пименов А.А. Особенности экологического мониторинга нефтесодержащих отходов. Академический журнал Западной Сибири. 2014. Т. 10. № 4. С. 15.

11. Габбасова И.М., Хазиев Ф.Х., Сулейманов Р.Р. Оценка состояния почв с давними сроками загрязнения сырой нефтью после биологической рекультивации. Почвоведение. 2002. – № 10. – С. 1259- 1273.

12. Жидков А.Н., Юэженков Л.Л., Мартынюк А.А. Опыт совершенствования лесомелиоративных технологий рекультивации полигонов складирования вторичных материалов промышленности. Биологическая рекультивация нарушенных земель. - Екатеринбург, 2017. - С. 99-107.

13. Заболотских В.В., Васильев А.В. Мониторинг токсического воздействия на окружающую среду с использованием методов биоиндикации и биотестирования: Монография – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2012. – 333 с.

14. Залесов С.В., Залесова Е.С., Оплетаев А.С., Терин А.А. Опыт лесной рекультивации нарушенных земель. Восстановление и рекультивация деградированных лесов : матер. междунар. научн. форума. - Астана, 2015. -С. 29.

15. Ивасенко Д.А., Иванов А.С., Косов А.В. Технология рекультивации загрязнённых нефтью и нефтепродуктами почвы, воды при помощи выделенных из аборигенной микрофлоры культуры микроорганизмов-деструкторов – Томск. 2007. – 90 с.

16. Карташев А.Г., Смолина Т.В. Влияние нефтезагрязнений на почвенных беспозвоночных животных. – Томск: В-Спектр, 2011. – 146 с.

17. Карташев А.Г., Козлов К.С., Грязнов А.Г. Влияние нефтезагрязнений на выживаемость дождевых червей. Сибирский экологический журнал. 2006. №5. С. 629–637.

18. Моторина Л.В., Овчинников В.А. Промышленность и рекультивация земель - М.: Мысль, 1975. - 240 с.

19. Мухортов Д. И. Утилизация органических отходов при искусственном лесовосстановлении: автореф. дисс.... д-ра с.-х. наук - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2013. - 44 с.

20. Некрасова А.Е., Бобренко Е.Г., Кныш А.И., Сологаев В.И. Рекультивация породного отвала ОАО «Шахта «Капитальная» Кемеровской области / Вестник Омского государственного аграрного университета. - 2016. - № 1 (21). - С. 154-160.

21. Родин А.Р., Родин С.А., Васильев С.Б., Силаев Г.В. Лесомелиорация ландшафтов: учеб. / под общ. ред. А. Р. Родина. - М. : МГУЛ, 2014. - 192 с.

22. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М.: МГУ, 1998. 346 с.

23. Сорокин Н.Д. Рекультивация нарушенных и загрязнённых земель - Санкт-Петербург: Знание, 2016. - 404 с.

24. Трещевская Э.И., Трещевская С.В., Бобрешов К. В. Сосновые насаждения в разных лесорастительных условиях нарушенных земель. / Лесотехнич. журнал. - 2014. - № 3 (15). - С. 76-84.

25. Чибрик Т. С. Основы биологической рекультивации: учеб. пособ. - Екатеринбург : изд-во Урал. ун-та, 2002. - 172 с.

26. Vasilyev A.V. Method and approaches to the estimation of ecological risks of urban territories // Safety of Technogenic Environment. 2014. № 6. Pp. 43-46.

27. Vasilyev A.V. Classification and reduction of negative impact of waste of oil-gas industry. Proc. of World Heritage and Degradation. Smart Design, Planning and Technologies Le Vie Dei Mercanti. XIV Forum Internazionale di Studi. 2016. Pp. 101-107.

28. Vasilyev A.V. Estimation of atmosphere air pollutants as factors of ecological risks of urban territories. В сборнике: World Heritage and Disaster. Knowledge, Culture and Representation "Le vie dei Mercanti" Proceedings of the International Scientific Conference (XV International Forum). Сер. "Fabbrica della Conoscenza series" Carmine Gambardella, President and Founder of the Forum. 2017. С. 1524-1528.

29. Vasilyev A.V. Experience, Results and Problems of Ecological Monitoring of Oil Containing Waste. Proceedings of the 2018 IEEE International Conference "Management of Municipal Waste as an Important Factor of Sustainable Urban Development" (WASTE'2018), October, 4-6, 2018, Saint-Petersburg; edition of Saint-Petersburg State Electrical Technical University "LETI", 2018, pp. 82-85.

## **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

Гасанова Нубар Мардали кызы, магистрантка кафедры «Химическая технология и промышленная экология», Самарский государственный технический университет, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 244. E-mail:

Васильев Андрей Витальевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Химическая технология и промышленная экология», Самарский государственный технический университет, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 244. Email: [ecology@samgtu.ru](mailto:ecology@samgtu.ru)

УДК 628.3

## **ВНЕДРЕНИЕ ДИСКОВОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРЕДПРИЯТИИ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА**

А.С. Короткова, Э.Р. Бариева, Е.В. Серазеева  
ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г.  
Казань, Республика Татарстан

### **АННОТАЦИЯ**

В статье рассматривается технология очистки сточных вод. Предложено техническое решение с внедрением дискового фильтра по усовершенствованию технологии очистки сточной воды на предприятии жилищно-коммунального хозяйства. Согласно проведенным расчетам, предложенное техническое решение имеет высокую эффективность очистки сточных вод.

**Ключевые слова:** очистка сточных вод, дисковой фильтр, жилищно-коммунальное хозяйство

В основные задачи предприятий жилищно-коммунального хозяйства (далее ЖКХ) входит: обеспечение потребителей качественной питьевой водой, качественная очистка сточных вод и внедрение современных технологий в области водопользования.

В связи с возрастающим уровнем антропогенных загрязнений сточных вод их очистка представляет всё более актуальную проблему [1, 3, 4, 6, 7, 11-14]. Воды, поступающие от абонентов жилой и общественной застройки, направляются по коллекторам в городскую канализацию, и далее транспортируются на очистные сооружения.

Очистные сооружения канализации (далее ОСК) представляют собой комплекс инженерных сооружений, предназначенных для очистки хозяйственно-бытовых и близким к ним по составу сточных вод [2, 5, 7, 8, 10].

На ОСК сточная вода проходит две ступени очистки:

Первая - механическая очистка с помощью решеток, песколовок и первичных отстойников;

Вторая - биологическая очистка осуществляется в аэротенках и вторичных отстойниках [5, 9, 10].

Схема очистки стоков представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Технологическая схема очистки сточных вод

Таблица 1

Допустимая концентрация загрязняющих веществ, разрешенных к сбросу и фактические показатели очищенной сточной воды

№	Наименование показателя	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>	Фактические показатели, мг/м <sup>3</sup>		
			январь	июнь	декабрь
1	Взвешенные вещества	5,51	7,3	9	7,4
2	Ион аммоний	0,5	0,43	0,49	0,43
3	Ион нитрит	0,08	0,08	0,09	0,08
4	Ион нитрат	40	43,3	38,7	40,7
5	Фосфаты	0,2	0,8	0,81	0,74
6	Хлориды	75,28	75,3	74,7	73
7	Железо общее	0,1	0,21	0,22	0,26
8	Сульфаты	42,56	30,1	42,4	32,5
9	Нефтепродукты	0,05	0,02	0,025	0,05
10	Цинк	0,01	0,037	0,03	0,037
11	Медь	0,001	0,002	0,001	0,002
12	ХПК	30	39,7	38,1	38,9
13	БПК 5	2	5,4	4,8	5

Пройдя очистку по технологической схеме, сточная вода сбрасывается в реку.

Для контроля загрязняющих веществ в реке производится забор воды на исследования, забор воды осуществляется 500 метров выше и ниже выпуска очищенных сточных вод с периодичностью один раз в месяц [10, 14].

Концентрация загрязняющих веществ в сбрасываемой воде не должна превышать установленные нормативы для данного предприятия.

Для измерения концентрации загрязняющих веществ были проведены лабораторные исследования воды по качественным и количественным характеристикам. Допустимая концентрация загрязняющих веществ, разрешенных к сбросу и фактические показатели очищенной сточной воды, представлена в таблице 1.



Рисунок 2 – Внешний вид установки

Как видно из таблицы 1, показатели некоторых загрязняющих веществ превышают установленные нормативы. Можно сделать вывод, что данная технологическая схема очистки стоков является неэффективной и требует усовершенствования.

Было предложено техническое решение по усовершенствованию технологии очистки стоков с внедрением дискового фильтра (рис. 2).

Согласно проведенным расчетам, эффективность очистки составит 90-95%, что экологически и экономически выгодно для предприятия.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альгаева А.Ю., Васильев А.В. Экспериментально-расчетные исследования процесса биологической очистки сточных вод в системе «аэротенк-вторичный отстойник». "Академический вестник ЭЛПИТ". – г. Тольятти, 2020 г., изд-во "ELPIT" ООО "ИХиИЭ", Том 5, №2(12), с.5-13.
2. Батырова А.Л., Семенова А.Н., Шарымов П.А., Бариева Э.Р., Серазеева Е.В. Техническое решение по усовершенствованию системы очистки сточных вод на предприятии ЖКХ. Материалы Международной молодежной научной конференции "Тинчуринские чтения – 2021 «Энергетика и цифровая трансформация». Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2021. В 3 т. Т. 1. Электроэнергетика и электроника. С. 380-383.
3. Васильев А.В. Экологический мониторинг и очистка сточных вод в районе Северного промышленного узла г. Тольятти. "Экология и промышленность России", г. Москва, 2019 г., т. 23, №6, с. 34-37.
4. Васильев А.В. Оценка экологического состояния водоемов при воздействии антропогенных загрязнений на примере территории Волжского бассейна. "Академический вестник ЭЛПИТ". – г. Тольятти, 2022 г., изд-во "ELPIT" ООО "ИХиИЭ", Том 7, №1(19), с.12-17.
5. Васильев А.В., Анциферов А.В., Филенков В.М., Каплан А.Л. Реконструкция промышленных очистных сооружений с использованием биореактора. В научно-методическом и информационном журнале "Безопасность в техносфере", №3, 2009 г., с.42-45.
6. Заболотских В.В., Васильев А.В. Методы и результаты диагностики экологического состояния г. Тольятти. "Академический вестник ЭЛПИТ". – г. Тольятти, 2017 г., изд-во "ELPIT" ООО "ИХиИЭ", Том №2, №1, с.24-32.
7. Измайлова С.В., Васильев А.В. Проблема очистки поверхностного стока, формирующегося на селитебной территории г. Сызрани. В сборнике трудов пятого международного экологического конгресса (седьмой международной научно-технической конференции) «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов» ELPIT-2015. Научный редактор Васильев А.В. с. 166-172.

8. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 10-2019 "Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов" [Электронный ресурс]. URL: <https://vodanews.info/wp-content/uploads/2019/12/ITS-10-2019.pdf> (дата обращения: 25.09.2022)
9. Короткова А.С., Бариева Э.Р., Серазеева Е.В. Особенности и новые технологии очистки сточных вод на предприятии жилищно-коммунального хозяйства. Научный журнал Академический вестник ЭЛПИТ, том №6, №2(16), Тольятти, 2021 г., С. 36-42.
10. Короткова А.С., Бариева Э.Р., Серазеева Е.В. Усовершенствование технологии очистки сточных вод на предприятии жилищно-коммунального хозяйства // Сборник трудов Международного инновационного форума молодых ученых в рамках VIII международного экологического конгресса (X международной научно-технической конференции) «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ELPIT-2021. Самара: АНО «Издательство СНЦ», 2021. С. 94 - 100.
11. Перегудов Д.Н., Васильев А.В., Заболотских В.В. Мониторинг экологического состояния поверхностных водоемов Самарской области. Ашировские чтения. 2016. Т. 2. № 3-3(8). С. 279-282.
12. Перегудов Д.Н., Васильев А.В. Мониторинг экологического состояния пресных водоемов г.о. Тольятти. В сборнике трудов международного инновационного форума молодых ученых YOUNG ELPIT 2015 в рамках пятого международного экологического конгресса (седьмой международной научно-технической конференции) «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов» ELPIT-2015. Научный редактор Васильев А.В. С. 255-257.
13. Перегудов Д.Н., Васильев А.В., Заболотских В.В. Анализ экологического состояния водоемов г.о. Тольятти. В сборнике: Химия и инженерная экология. XVI международная научная конференция, посвященная 15-летию реализации принципов Хартии Земли в Республике Татарстан. 2016. С. 344-346.
14. Vasilyev A.V., Khamidullova L.R., Podurueva V.V., Solovyov S.G. Investigation of toxicity of waste water of "AVTOVAZ" company by using biological testing methods. Safety of Technogenic Environment. 2012. № 2. С. 72-75.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Короткова Александра Сергеевна, магистрантка кафедры «Инженерная экология и безопасность труда», Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51

Email: aleksandrakorotkova@mail.ru

Бариева Энза Рафаиловна, к.б.н., доцент кафедры «Инженерная экология и безопасность труда», Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51

Email: enzab143@mail.ru

Серазеева Елена Владимировна, старший преподаватель кафедры «Инженерная экология и безопасность труда», Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51

Email: elen-vs00@mail.ru

УДК 504.3.054

## **АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОРЕНБУРГСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

И.Л. Петрович, А.В. Васильев

Самарский государственный технический университет, г. Самара,  
Россия

### **АННОТАЦИЯ**

В статье рассмотрены особенности негативного воздействия на качество атмосферного воздуха при эксплуатации Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения. Проведен анализ объектов Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения. Описан рейтинг приоритетных загрязняющих веществ воздушной среды в районе месторождения. Рассчитана категория опасности предприятия.

**Ключевые слова:** атмосферный воздух, месторождение, негативное воздействие, анализ

Степень техногенной нагрузки на природные комплексы, связанной с загрязнением окружающей среды, в настоящее время является серьезным фактором снижения устойчивого развития биосферы, создания экологического неблагополучия природных комплексов [1-5, 7, 12, 15].

При добыче, переработке, хранении и транспортировке природного газа, нефти и газового конденсата оказывается значительное антропогенное воздействие на биосферу [6, 8, 10, 11, 13, 14], в том числе в атмосферу выбрасываются такие вещества, как соединения азота, серы, углерода. В результате этого населенные пункты, расположенные в местах добычи и переработки газа, представляют собой территории с высоким уровнем загрязнения атмосферы.

Одним из звеньев нефтегазового комплекса Оренбургской области является ООО «Газпромнефть -Оренбург» и его подразделение Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение (ОНГКМ). Данное предприятие является многопрофильным и осуществляет деятельность по добыче и транспортировке углеводородов. На территории предприятия расположено 352 источника выбросов, из них 49 неорганизованных и 260 нефтяных скважин. Общая масса выбрасываемых в атмосферный воздух веществ составляет 26125,6195 т/год, в том числе без очистки выбрасывается 108779,920 тонн.

Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение (ОНГКМ) представлено основной газоконденсатной залежью артинского-каменноугольного возраста с нефтяными оторочками: среднекаменноугольной, расположенной в западной части ОНГКМ и ассельской, расположенной в восточной части ОНГКМ.

Общая площадь газоносности месторождения составляет 250 тыс. га, территория освоенной площади – 90 тыс. га. В целом месторождение имеет форму эллипса, длина которого 120 км, а ширина до 30 км, занимает площадь около 2000 км<sup>2</sup> (рисунок 1).

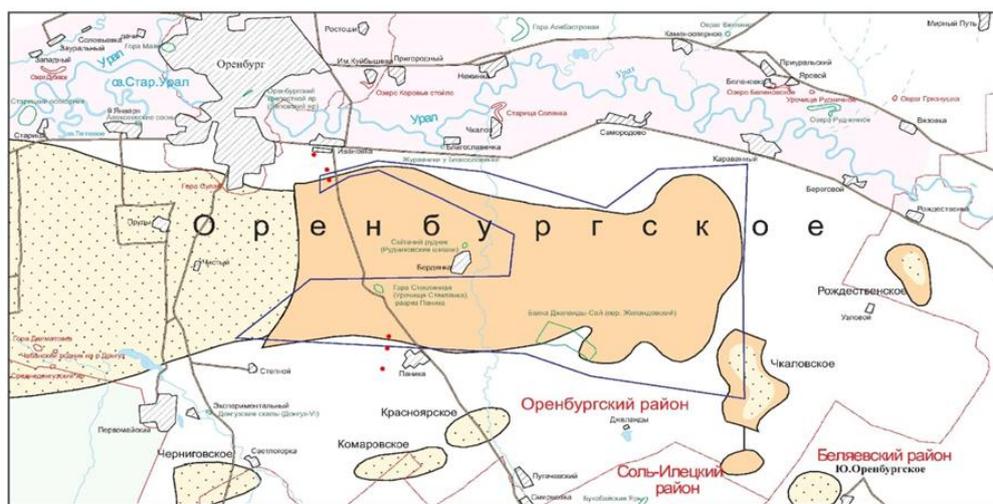


Рис.1 Обзорная карта района Восточной зоны ОНГКМ Масштаб 1:200000

- Условные обозначения:
- |  |   |  |                                 |
|--|---|--|---------------------------------|
|  | Нефтяное месторождение                    |  | Граница лицензионного участка   |
|  | Газоконденсатное месторождение            |  | Реки                            |
|  | Населенные пункты                         |  | Реки пересыхающие               |
|  | Автомобильные дороги                      |  | Памятники природы проектируемые |
|  | Оренбургский охот.заказник                |  | Памятники природы утвержденные  |
|  | Проектируемый заповедник Донгузская степь |  | Границы районов                 |
|  | Точки отбора проб                         |  |                                 |

Рисунок 1 - Обзорная карта восточного участка оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения

Объекты Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения расположены в пределах Оренбургского, Илецкого и Перволюцкого районов Оренбургской области.

Месторождение находится в обжитой промышленной и сельскохозяйственной зоне. В 15 км севернее границы ОНГКМ проходит железная дорога Оренбург- Челябинск, вдоль западной границы проходит железная дорога Москва- Ташкент.

Месторождение находится в широкой, хорошо разработанной долине р. Урал. Река Урал протекает с востока на запад в направлении, близком к широтному, в основном в пределах средней и западной частей. С северной стороны к месторождению примыкает город Оренбург.

Ближайшие к объектам газопромыслового управления населенные пункты: Ивановка, Разъезд 20, Южный Урал, совхоз им. Фрунзе, Нижняя

Павловка, Черноречье, Дедуровка, Городище, Старица, Рычковка, Зубочистенка 1, Зубочистенка 2, Красный Холм, Никольское, Татищево, Троицкий, Шуваловка, Чистый, Пруды, Южный, Пугачи. Минимальное расстояние от объектов ГПУ до границы жилой зоны составляет от 1,5 до 6 км.

Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение относится к уникальным месторождениям как по запасам газа, так и по наличию в газе таких составляющих, как конденсат (76,3 г/м<sup>3</sup>), гелий (0,06 % об), азот и серо водород, предельные углеводороды – метан, этан, пропан, бутан и растворенные в этих углеводородах тяжелые углеводороды.

Непосредственно от месторождения идет магистральный газопровод «Союз» (Оренбург – Западная граница), а также газопроводы на г. Орск и г. Заинск (Татарстан) и продуктопровод (нефть, конденсат) на г. Салават (Башкортостан).

На месторождении осуществляется также добыча сырого газа, нестабильного конденсата, нефти, которые передаются на газоперерабатывающий завод (ГПЗ).

Газопромысловое управление имеет вспомогательные производства и службы, обслуживающие основное производство.

Вспомогательные цеха ГПУ в основном размещены на территории промышленной базы. В состав вспомогательных цехов ГПУ входят: механоремонтная служба (МРС) и ремонтно – строительный цех.

При нормальном технологическом режиме У КП Г-2 организованными источниками выбросов вредных веществ в атмосферу являются:

- трубы факелов высокого и низкого давления;
- дымовая труба котельной базы ГПУ;
- вентиляционные трубы насосных;
- дыхательные клапана емкостей хранения метанола.

На дожимных компрессорных станциях источниками выделения вредных веществ в атмосферу являются:

- факела;
- выхлопные трубы газоперекачивающих агрегатов;
- вентиляционные выбросы помещений ГПА, технологических насосных перекачки конденсата, блок – боксов насосных по закачке ингибиторов;
- неорганизованные выбросы от технологического оборудования ДКС.

Кроме организованных источников на УК ПГ-2 имеются неорганизованные и производятся периодические кратковременные (залповые) выбросы, которые на некоторое время увеличивают выбросы загрязняющих веществ по сравнению с его среднегодовыми значениями для данного источника или группы источников.

ООО «Газпромнефть-Оренбург», являясь многопрофильным предприятием, осуществляющим деятельность по добыче и транспортировке углеводородов, понимает потенциальную опасность возможного негативного воздействия на окружающую среду и человека нефти и газа, объявляет обеспечение сохранения жизни и здоровья людей, охраны окружающей среды важнейшими из корпоративных ценностей. Основным принципом является максимально рациональное использование природных ресурсов и сохранение благоприятной окружающей среды для будущих поколений.

Основным видом деятельности Восточного участка Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения (далее - ВУ ОНГКМ) является подготовка нефти и газа к транспорту на Оренбургский газоперерабатывающий завод (ОГПЗ).

Предусмотренная проектом четырех поточная схема дегазации и обессоливания нестабильных конденсатов и нефтей Оренбургского месторождения позволяет подготавливать, не смешивая конденсаты Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения (ОНГКМ) и Карачаганакского нефтегазоконденсатного месторождения (КНГКМ) с последующей подачей для стабилизации конденсата ОНГКМ - на установки У-0 9, У-30 и конденсата КНГКМ - на отд. У-7 32, установки У-32 и У-3 30 [6, 10].

Оренбургский газ содержит многочисленные компоненты: метан (83, 8 %), этан (4, 6 %), пропан (1, 6 %), бутан (0, 8 %), гексан и высшие углеводороды (1,2 %), азот (49 %), углекислоту (0, 9 % объемных), гелий, конденсат и сероводород (более 2 %) [6].

Рейтинг приоритетных загрязняющих веществ воздушной среды по токсичности приведен в таблице 1.

Первое место по токсичности в рейтинге загрязняющих веществ принадлежит диоксиду азота (99,5%). Все остальные вещества занимают незначительные доли менее 1%.

Из 44 выбрасываемых в атмосферный воздух веществ к приоритетным по массе можно отнести следующие, которые размещаются с первого по десятое место соответственно: углерода оксид (423,6343), метан (195,1038), азота диоксид (114,4772), пропан (46,4879), этан (47,7626), азот (II) оксид (18,5915), бутан (11,3552), пентан (3,9788), сера диоксид (3,1285), смесь углеводородов предельных C6-C10 (по гексану) (1,0561). Но если суммировать все предельные углеводороды, не считая метан, то в сумме их масса составит 110,556 т/год, что будет соответствовать четвертому рейтинговому месту по массе. В сумме с метаном – это второе место.

Таблица 1

Рейтинг приоритетных загрязняющих веществ по токсичности

Наименование вещества	М, т/год	Рейтинг по массе	ПДК с.с., мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	КОВ, м <sup>3</sup> /с	Рейтинг по токсичности
Углерода оксид (код 0328)	423,63	1	3,00	4	1931,24	4
Азота диоксид (код 0301)	114,48	3	0,04	2	2786337,6 9	1
Азота оксид (код 0304)	18,59	6	0,06	3	9822,51	2
Сера диоксид (0330)	3,13	7	0,05	3	1983,47	3
Метан (код 0410)	195,10	2	50,00	4	123,69	5
Этан	46,49	5	-	-	-	-
Пропан	47,76	4	200,00	4	6,18	6
Дигидросульфид, сероводород (код 0333)	2,47×10 <sup>-4</sup> (0,000247)	9	0,008	2	0,97	8
Смесь природных меркаптанов (код 1716)	1,07×10 <sup>-3</sup> (0,00107)	8	0,006	4	4,75	7
Общая сумма	849,19				2800210,5 2	

Категория опасности предприятия (КОП) используется для характеристики изменений качества атмосферы через выбросы, осуществляемые стационарными источниками, с учетом их токсичности. КОП определяется через массовые характеристики выбросов в атмосферу:

$$КОП = \sum_{i=1}^m КОВ = \sum_{i=1}^m \left( \frac{M_i}{ПДК_i} \right)^{\alpha_i}, \quad (1)$$

где  $m$  - количество загрязняющих веществ, выбрасываемых

предприятием, т/год;

КО В<sub>i</sub> - категория опасности i -го вещества, м<sup>3</sup>/с;

М<sub>i</sub> - масса выбросов i -ой примеси в атмосферу, мг/с;

ПДК<sub>i</sub> - среднесуточная предельно – допустимая концентрация вещества в атмосфере населенного пункта, мг/м<sup>3</sup>;

α<sub>i</sub> - безразмерная константа, позволяющая соотнести степень вредности i -г о вещества с вредностью диоксида серы (таблица 2).

Таблица 2

Значения коэффициента α<sub>i</sub> для загрязняющих веществ разных классов опасности

Класс опасности вещества	1	2	3	4
α <sub>i</sub>	1,7	1,3	1,0	0,9

Для расчета КОП при отсутствии ПДК<sub>сс</sub> используют значения ПДК<sub>мр</sub>, ОБУ В или уменьшенные в 10 раз значения предельно допустимых концентраций рабочей зоны. Для веществ, по которым отсутствует информация о ПДК<sub>i</sub> или ОБУВ (ориентировочно-безопасный уровень вещества), значения КОП приравнивают к массе выбросов данных веществ.

Предприятия по величине категории опасности делят в соответствии с граничными условиями, приведенными в таблице 3.

Таблица 3

Граничные условия для деления предприятий по категории опасности

Категория опасности предприятия	Значения КОП, м <sup>3</sup> /с
I	≥ 31,7·10 <sup>6</sup>
II	≥ 31,7·10 <sup>4</sup>
III	≥ 31,7·10 <sup>3</sup>
IV	< 31,7·10 <sup>3</sup>

Проведенный расчет КОП для Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения позволил установить, что КОП = 28,0021052·10<sup>5</sup> м<sup>3</sup>/с, что соответствует второму классу опасности с санитарно-защитной зоной (СЗЗ) не менее 500 метров.

Для улучшения контроля качества атмосферного воздуха в населенных пунктах, расположенных в зоне влияния производственных объектов Восточного участка Оренбургского газоконденсатного месторождения (ВУ ОНГКМ), предлагается использование данных измерений на станциях экологического мониторинга (СЭМ). СЭМ осуществляется контроль атмосферного воздуха в районе расположенными в девяти населенных пунктах Оренбургского района (Самородово, Благословенка, Бердянка Ивановка, Карачи, Пруды, Дедуровка, Краснохолм, 9 Января).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев А.В. Обеспечение экологической безопасности в условиях городского округа Тольятти: учебное пособие / А.В. Васильев - Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2012. - 201 с., ил.
2. Васильев А.В. Особенности мониторинга негативного воздействия нефтесодержащих отходов на биосферу. Известия Самарского научного центра РАН. 2022. Т. 24. №2. С. 113-120.
3. Васильев А.В. Подходы к определению токсичности нефтесодержащих отходов с использованием биоиндикации и биотестирования. Известия Самарского научного центра РАН. 2022. Т. 24. №5. С. 36-43.
4. Васильев А.В. Анализ источников загрязнения биосферы нефтепродуктами и особенности оценки их экологического воздействия. Научный журнал "Академический вестник ЭЛПИТ". – г. Тольятти, 2022 г., изд-во "ELPIT" ООО "ИХиИЭ", Том 7, №2(20), с.15-20.
5. Васильев А.В., Тупицына О.В. Экологическое воздействие буровых шламов и подходы к их переработке. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 5. С. 308-313.
6. Гривко Е.В., Примакова В.В. Особенности антропогенного воздействия производственных подразделений нефтегазодобывающего управления «Сорочинскнефть» на атмосферу прилегающих территорий. Водохозяйственные проблемы и рациональное природопользование. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2008. – с.75-83.
7. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Васильев А.В. Новый подход к качественному и количественному определению диоксинов. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 1-6. С. 1717-1720.
8. Дмитроченкова Н.А. Оценка воздействия выбросов на воздушный бассейн на стадии падающей добычи газа на ОНГКМ. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2004.– № 9. - с. 16-24.

9. Карташев А.Г., Смолина Т.В. Влияние нефтезагрязнений на почвенных беспозвоночных животных. – Томск: В-Спектр, 2011. – 146 с.

10. Петрович И.Л., Гривко Е.В. Экологическое обоснование развития системы предупреждения загрязнения воздушной среды на восточном участке Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения // Современные исследования в науках о Земле: ретроспектива, актуальные тренды и перспективы внедрения: материалы IV Международной научно-практической конференции (г. Астрахань, 27–28 мая 2022 г.) , с.54-58.

11. Цыцюра А.А., Боев В.М. Комплексная оценка качества атмосферы промышленных городов Оренбургской области. - Оренбург: ИПК ОГУ, 1999 - 245 с.

12. Vasilyev A.V. Method and approaches to the estimation of ecological risks of urban territories // Safety of Technogenic Environment. 2014. № 6. Pp. 43-46.

13. Vasilyev A.V. Classification and reduction of negative impact of waste of oil-gas industry. Proc. of World Heritage and Degradation. Smart Design, Planning and Technologies Le Vie Dei Mercanti. XIV Forum Internazionale di Studi. 2016. Pp. 101-107.

14. Vasilyev A.V. Estimation of atmosphere air pollutants as factors of ecological risks of urban territories. В сборнике: World Heritage and Disaster. Knowledge, Culture and Representation "Le vie dei Mercanti" Proceedings of the International Scientific Conference (XV International Forum). Сер. "Fabbrica della Conoscenza series" Carmine Gambardella, President and Founder of the Forum. 2017. С. 1524-1528.

15. Vasilyev A.V. Experience, Results and Problems of Ecological Monitoring of Oil Containing Waste. Proceedings of the 2018 IEEE International Conference "Management of Municipal Waste as an Important Factor of Sustainable Urban Development" (WASTE'2018), October, 4-6, 2018, Saint-Petersburg; edition of Saint-Petersburg State Electrical Technical University "LETI", 2018, pp. 82-85.

### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

Петрович Иван Леонидович, магистрант кафедры «Химическая технология и промышленная экология», Самарский государственный технический университет, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 244. E-mail: petrovich.056@mail.ru

Васильев Андрей Витальевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Химическая технология и промышленная экология», Самарский государственный технический университет, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 244. Email: VasilyevAV@samgtu.ru

УДК 574.5

## **ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ОЗЕРО КАРА- КУЛЬ» БАЛТАСИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

<sup>1</sup>А.А. Сулейманова, <sup>1</sup>Э.Р. Бариева, <sup>1</sup>Е.В. Серазеева,  
<sup>2</sup>А.Э. Королёв, <sup>2</sup>И.В. Хохлова

<sup>1</sup>Казанский государственный энергетический университет, г. Казань,  
Россия

<sup>2</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань,  
Россия

### **АННОТАЦИЯ**

В работе проведены исследования морфометрических и физико-химических показателей озера Кара–Куль (Черное). Дана оценка состояния водного объекта и прилегающей к нему территории. Рекомендованы экологические мероприятия по сохранению озера как памятника природы.

**Ключевые слова:** озеро, морфометрические исследования, физико-химические показатели, памятник природы

Озеро Кара–Куль (Черное) - единственное озеро в Балтасинском районе Республики Татарстан. Постановлением Совета Министров Татарской АССР от 10 января 1978 г. № 25 и постановлением Кабинета Министров Республики Татарстан от 29 декабря 2005 г. № 644 признана памятником природы регионального значения и подлежит особому режиму охраны. Отсутствует его гидрохимическая и гидробиологическая характеристика.

В переводе с татарского «Кара» - означает Черное, «Куль» - озеро. Водоем действительно соответствует своему названию – вода в нем темная и непрозрачная. Если верить древней легенде, название получено благодаря тому, что раньше на его берегах был густой лес, из-за чего вода казалась чёрной.

Считается, что Черное озеро – это водоем карстового происхождения, его образование ученые относят к эпохе поздней кайнозой. Известно, что к началу двадцатого века Кара-Куль представлял собой два несоединенных небольших озерца. Современная протока между этими озерами когда-то представляла собой торфяник, на котором выращивались овощи. Тот ивняк, который разделяет сегодня водоемы, ранее был полуостровом, расположенным на Амети. Однако, в 60-е гг. после создания дамбы ивняк отделился от грунта, начал курсировать вдоль

берега. Спустя несколько лет, он пристал в нынешнем месте, при этом образовалась своеобразная преграда между двумя озерами [1].

В геологическом строении рельефа озера Кара – Куль участвуют породы пермской системы, преимущественно породы уржумского яруса, представленные мергелями, глинами с прослоями известняков, доломитов, песчаников. Склоновые поверхности покрыты делювиальными суглинками, мощность которых достигает до 10 и более метров. Это порождает благоприятные геологические условия для развития оврагов. Эти породы легко смываются подземными водами и образуют карстовые провалы. Однако только один карстовый провал привел к образованию озера [2].

Климат Балтасинского района Республики Татарстан - умеренно континентальный с холодной зимой и теплым летом. Средняя высота снежного покрова 30-40 см. Атмосферных осадков в среднем выпадает 403-509 мм. Гидротермический коэффициент составляет 1,3-1,4 [3].

Водораздельное, вытянутой формы, карстового происхождения, небольшое по величине, но глубокое (максимальная глубина до 18м) кратерообразное озеро. Площадь озера 1,6 га, длина 200 м, максимальная ширина 130 м, средняя глубина около 8 м, объем около 130 тыс. м<sup>3</sup>. Питание подземное, устойчивое. Вода средней минерализации, умеренно жесткая, слабоопалесцирующая, прозрачность 100 см, без цвета и запаха. Химический тип воды гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевый. Озеро с очень живописными берегами окружено хвойным лесом, огорожено, используется для отдыха населения. Богато рыбой: окунь, голавль, линь, карп, пескарь, толстолобик [4].

На расстоянии 1,2 км от деревни Большие Лызи на северо-восток, в 3 км северо-западнее пгт Балтаси и 1,4 км к юго-востоку от д.Ярак-Чурма (рис. 1) расположена одна из природных достопримечательностей Балтасинского района республики Татарстан – озеро Кара-Куль. В 150м севернее озера протекает левый приток реки Шошмы – Ярак-Чурминка.

По данным наблюдений и измерений озеро кратерообразное, находится в овальной воронкообразной котловине. Ширина озера - 122 м, длина - 215 м, площадь - 1,6 га. Средняя глубина водоема – 8 м, а наибольшая – 20 м. Длина береговой линии составляет 570 м.

Северные и западные берега озера - пологие, хотя сама форма его имеет котловинный характер с воронкой в северо-западной части водоема. Вытекающих рек не имеет. Питание озера преимущественно подземное, родниковое [5].

Для оценки динамики изменения уровня воды озера было проведено нивелирование берега озера. Произвели замеры западного, южного, восточного и северного склонов от уреза воды до вершины берега с помощью нивелира и вбили колышки в тех местах, где был установлен нивелир. Высота нивелира равна 1 м.

Результаты замеров (2007 и 2020 гг.) авторы преобразовали в чертежи морфометрического профиля склонов озера (рис. 2, 3).



Рисунок 1 - Карта-схема территории озера Кара - Куль

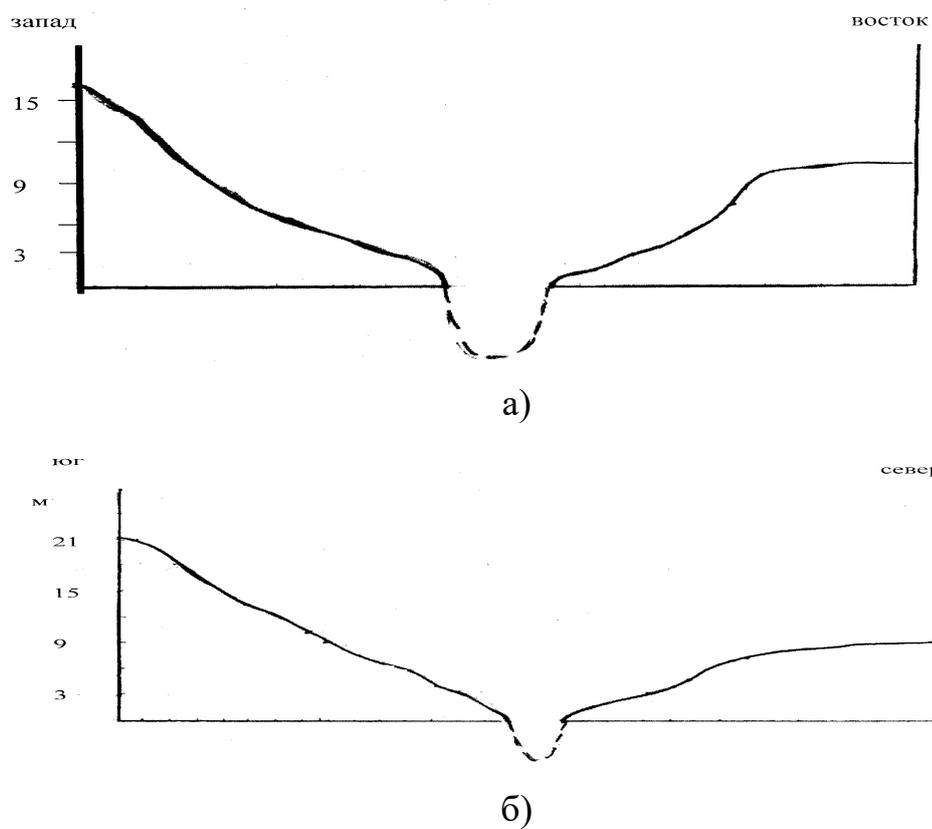
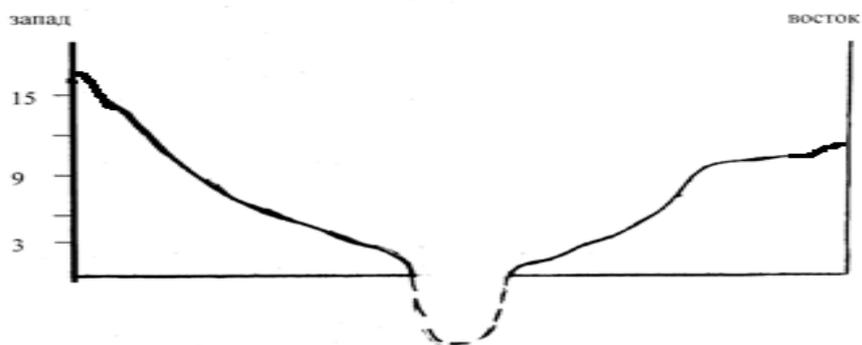
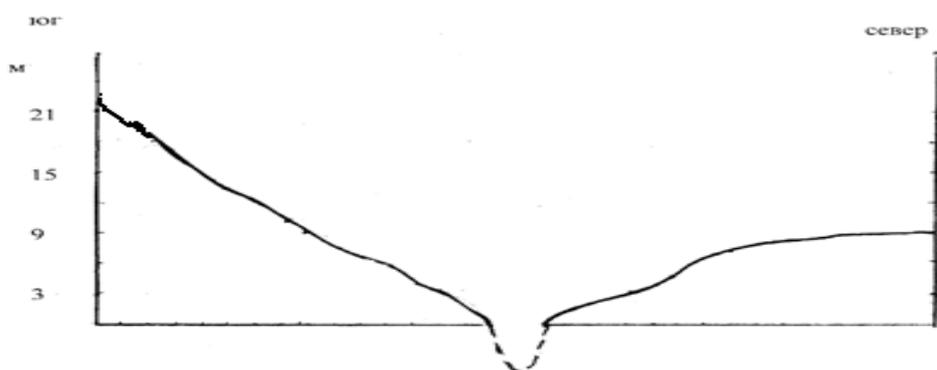


Рисунок 2 - Морфометрический профиль озера в 2007 году  
а) – направление Запад-Восток; б) – направление Юг - Север



а)



б)

Рисунок 3- Морфометрический профиль озера в 2020 году  
а) – направление Запад-Восток; б) – направление Юг - Север

Проведенные морфометрические исследования и выявили незначительные изменения уровня воды озера. Такая динамика была обусловлена фиксируемыми на территории района в последние десятилетия климатическими изменениями: увеличением количества выпадающих атмосферных осадков.

Были исследованы физико-химические показатели озера, которые соответствуют нормативам для рыбохозяйственных водоемов.

В настоящее время состояние памятника природы озера Кара-Куль можно оценить как удовлетворительное. В последние годы наблюдается ухудшение состояния прилегающей территории: не проводится своевременная чистка береговых зарослей, многочисленные туристы

загрязняют местность, захламление прибрежной территории твердыми бытовыми отходами.

В связи с этим рекомендовано проводить экологические субботники силами школьников района при участии местной администрации, а также необходимо:

- соблюдение режима особой охраны территории памятника природы;
- соблюдение требований Положения о водоохранных зонах водных объектов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Озеро Кара-Куль [Электронный ресурс] 18.10.2022. Режим доступна <http://ozera.info/russia/po/tatarstan/karakul>
2. Схема территориального планирования Балтасинского муниципального района. Обосновывающие материалы. Охрана окружающей среды: В 6 т. Т. 3.- Казань, 2012. - 224 с.
3. Бакин О.В., Рогова Т.В., Ситников А.П. Сосудистые растения Татарстана - Изд-во Казан, ун-та, 2012. - 496 с.
4. Государственный реестр особо охраняемых природных территорий Республики Татарстан. - Казань: Магариф, 2007- 323 с.
5. Зиганшин И.И. Территориальное размещение и морфометрическая характеристика охраняемых озер Республики Татарстан // Экологические проблемы литорали равнинных водохранилищ / Материалы международной науч. практ. конф. - Казань, 2004. – 33-35 с.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сулейманова Айзиля Айратовна, студент кафедры «Инженерная экология и безопасность труда», Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51 Email: [aizila05@mail.ru](mailto:aizila05@mail.ru)

Бариева Энза Рафаиловна, к.б.н., доцент кафедры «Инженерная экология и безопасность труда», Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51 Email: [enzab143@mail.ru](mailto:enzab143@mail.ru)

Серазеева Елена Владимировна, старший преподаватель кафедры «Инженерная экология и безопасность труда», Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51 Email: [elen-vs00@mail.ru](mailto:elen-vs00@mail.ru)

Королёв Альберт Эдуардович, магистрант кафедры «Общая геология и гидрогеология», Казанский (Приволжский) федеральный университет университет, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 4/5

Email: albert-korolev-kpfu@mail.ru

Хохлова Ирина Витальевна, бакалавр кафедры «Общая геология и гидрогеология», Казанский (Приволжский) федеральный университет университет, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 4/5

Email: hohlova1702@mail.ru

Электронное периодическое издание научный журнал  
"Академический вестник ЭЛПИТ"

Electronic periodical edition scientific journal "Academical bulletin  
ELPIT"

Том №7 Номер №4(22)

Volume 7, Issue 4(22)

Учредитель: Общество с ограниченной ответственностью "Институт  
химии и инженерной экологии"

Founder: Limited Liability Company "Institute of Chemistry and  
Engineering Ecology"

Издательство «ELPIT»

Edition «ELPIT»

Почтовый адрес учредителя, издательства и редакции: 445017,  
Самарская обл. г. Тольятти-17, а/я 740.

Post address of founder, edition and redaction: Samara region, Togliatti-  
17, PO BOX 740, 445017, Russia

Адрес учредителя, издательства и редакции: 445017, Самарская обл.,  
г. Тольятти, Молодёжный бульвар, д. 11-51.

Главный редактор А.В. Васильев, д.т.н., профессор

Свободная цена

Agreed price

Подписано к размещению на сайте журнала: 29.12.2022 г.