

# ПОЧВЕННЫЕ И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ

## ПРИРОДНЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ



МОНОГРАФИЯ



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
им. ЛОМОНОСОВА

# ПОЧВЕННЫЕ И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ

ПРИРОДНЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ

*МОНОГРАФИЯ*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2023

УДК 631.6.02  
ББК 40.3  
П65

Почвенные и водные ресурсы России. Природные и антропогенные факторы: монография / под общ.ред. научного совета МИПИ им. Ломоносова. – СПб.: МИПИ им. Ломоносова, 2023. – 84 с.

ISBN 978-5-907676-62-6

DOI 10.58351/M230518.2023.99.45.001

<https://disk.yandex.ru/d/puk9C5uc4ej6Cw>

*Рецензенты:*

*Усков И.Б.*, д.ф.-м.н., проф., гл.науч.сотр., Агрофизический научно-исследовательского институт;  
*Романова О.И.*, к.с.-х.н., вед.н.с., Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР)

*Информация об авторах:*

*Яшин В.М.* (гл.1); *Степанова Ю.В.* (гл.2); *Щербина В.Г.* (гл.3);  
*Псарев А.М.*, *Ушакова Г.Г.* (гл.4); *Куницын А.С.*, *Гладышева О.В.* (гл.5); *Кочергина Е.С.* (гл.6);  
*Кубалова Л.М.*, *Сланова Д.А.* (гл.7); *Гончар Ю.Н.*, *Гудыменко Н.О.*, *Гудыменко В.А.* (гл.8);  
*Иванова Е.Ю.* (гл.9); *Атабиева Ф.А.*, *Отарова А.С.* (гл.10); *Потапова Е.В.*, *Соколова О.Е.* (гл.11);  
*Гиндуллина К.Р.*, *Яппарова Э.Н.* (гл.12); *Хучунаева Л.В.* (гл.13); *Ориухаева З.Ш.*, *Магомадова Л.И.* (гл.14);  
*Катин В.Д.*, *Потетюрин М.А.* (гл.15); *Лобачева О.Л.*, *Михеева В.Ю.* (гл.16);  
*Сальва А.М.*, *Матвеева И.П.* (гл.17); *Соловицкий А.Н.* (гл.18); *Шапкин Д.В.* (гл.19)

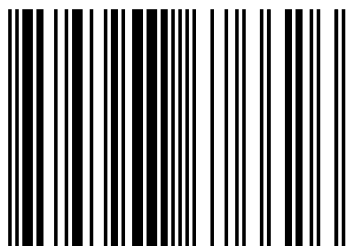
Информация об издании предоставлена в систему Российского индекса научного цитирования – **РИНЦ** по договору 949-12/2022К

Электронная версия опубликована и находится в свободном доступе на сайте: **[www.spbipi.ru](http://www.spbipi.ru)**

В монографии используется междисциплинарный подход как взаимообусловленная система объединения знаний относительного общего предмета исследования, а междисциплинарное взаимодействие проявляется в процессе интеграции работ ученых в различных областях знаний по исследованию почвенных и водных ресурсов России. Целью монографии является попытка комплексно и системно представить многообразие направлений научных исследований по влиянию природных и антропогенных факторов на предмет исследования. Среди авторов специалисты с учеными степенями в области сельскохозяйственных, биологических, географических, геолого-минералогических, химических и технических наук.

Адресовано специалистам в области исследования почвенных и водных ресурсов России.

ISBN 978-5-907676-62-6



9 785907 676626 >

ISBN 978-5-907676-62-6

Коллективная монография

Подписано к изданию с оригинал-макета 18.05.2023.

Формат 60x84/8. Гарнитура Time New Roman.

Усл.печ.л.4,3. Объем данных 12Мб. Тираж 500 экз.

Международный институт

перспективных исследований им. Ломоносова

197348, Санкт-Петербург, Коломяжский пр.,

Бизнес-центр Норд-Хауз, [info@spbipi.ru](mailto:info@spbipi.ru)

©МИПИ им. Ломоносова, 2023

©Коллектив авторов, 2023

# СОДЕРЖАНИЕ

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>ВВЕДЕНИЕ</b> ..... | 5 |
|-----------------------|---|

|   |   |
|---|---|
| <b>РАЗДЕЛ 1. ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ.<br/>ПРИМЕРЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СОСТАВА,<br/>СТРУКТУРЫ И ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПОЧВУ<br/>В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИРОДНЫХ И<br/>АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ</b> ..... | 7 |
|---|---|

|  |   |
|--|---|
| Глава 1. Экологические аспекты автоматического регулирования<br>влажности орошаемых почв ..... | 8 |
|--|---|

|  |    |
|--|----|
| Глава 2. Биологическая активность почвы в зависимости<br>от вида сидеральных культур ..... | 13 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| Глава 3. Аллелопатические изменения <i>Fagus orientalis</i> L.<br>под влиянием рекреации ..... | 15 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| Глава 4. Биологические инвазии как экологическая проблема ..... | 18 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| Глава 5. Оценка экологического состояния почв города Тамбова ..... | 21 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| Глава 6. Потери энергии при деформации почвы ..... | 25 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>РАЗДЕЛ 2. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ.<br/>ПРИМЕРЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНЫХ И<br/>АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ</b> ..... | 28 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| Глава 7. Сравнительный анализ минеральных<br>вод Северной Осетии ..... | 29 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| Глава 8. Радиоизотопный состав артезианских вод<br>Юго-Востока Московской области ..... | 32 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| Глава 9. Влияние трофического фактора на распределение<br>зообентоса в морях евразийского сектора<br>Северного Ледовитого океана ..... | 36 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| Глава 10. Минерализация воды рек бассейна р. Терек ..... | 44 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| Глава 11. Структура и состояние прибрежной защитной полосы<br>р. Невы в границах г. Санкт-Петербурга ..... | 48 |
|--|----|

|   |           |
|---|-----------|
| Глава 12. Нормативно-правовая регламентация деятельности охраны воды родников . . . . .   | 51        |
| Глава 13. Оценка экологического состояния водных объектов возле полигонов ТКО . . . . .   | 54        |
| Глава 14. Анализ мирового опыта борьбы с наводнениями . . . . .   | 61        |
| Глава 15. Инновационное техническое решение по очистке загрязнений водных поверхностей от нефтепродуктов и твердых веществ . . . . .                        | 66        |
| Глава 16. Флотоэкстракция – инновационный метод извлечения редкоземельных элементов из водных растворов . . . . .   | 69        |
| <b>РАЗДЕЛ 3. ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЧВЕННЫХ И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ . . . . .</b>  | <b>71</b> |
| Глава 17. Применение дистанционных методов космической съемки для выявления техногенной термоэрозии на трассе магистрального водовода в 2018 году . . . . . | 72        |
| Глава 18. Геоинформационное обеспечение проектирования геодезического мониторинга деформаций земной коры в Кузбассе . . . . .                               | 75        |
| Глава 19. Оценка рекреационного потенциала почв на примере Бугульминско-Белебеевской возвышенности . . . . .  | 79        |
| <b>СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ . . . . .</b>  | <b>83</b> |

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из ведущих тенденций в науке во второй половине XX века является стремление к синтезу знания, полученного в рамках отдельных научных дисциплин. Наряду с сохраняющейся дисциплинарной организацией науки и специализацией в науке происходит формирование междисциплинарных связей и междисциплинарного знания. В монографии используется междисциплинарный подход как взаимообусловленная система объединения знаний относительного общего предмета исследования, а междисциплинарное взаимодействие проявляется в процессе интеграции работ ученых в различных областях знаний по исследованию почвенных и водных ресурсов России. Целью монографии является попытка комплексно и системно представить многообразие направлений научных исследований по влиянию природных и антропогенных факторов на почвенные и водные ресурсы России. Среди авторов ученые с учеными степенями в области:

сельскохозяйственных,  
биологических,  
географических,  
геолого-минералогических,  
химических,  
технических наук.

Первый раздел монографии посвящен почвенным ресурсам России. В разделе представлены примеры исследований воздействий, структуры и состава почв в зависимости от природных и антропогенных факторов по следующим направлениям:

- a. Влияние **сельского хозяйства** на почвенный покров.
- b. Влияние **орошения** на почвенный покров.
- c. Влияние **растений** на качество почв.
- d. Влияние **животных** на процесс почвообразования.
- e. Влияние **урбанизации** на качество почв.
- f. Влияние колесных **машин** на деформацию почвы.

Второй раздел монографии посвящен водным ресурсам России. В разделе представлены примеры исследований влияния природных и антропогенных факторов по следующим направлениям:

- g. Исследование **минеральных вод**
- h. Исследование **артезианских вод** в части радиоизотопного состава
- i. Исследование **морей** в части влияния трофического фактора на распределение зообентоса.
- j. Исследование **воды рек** в части ее минерализации.
- k. Исследование защитной **прибрежной полосы** реки.
- l. Исследование **родников** в части их охраны.
- m. Исследование водных ресурсов **возле полигонов** твердых коммунальных отходов
- n. Исследование опыта борьбы с **наводнениями**
- o. **Очистка** водных поверхностей от нефтепродуктов и твердых веществ.
- p. **Извлечение** из водных растворов редкоземельных элементов.

Третий раздел монографии освещает направления исследований, связанных с дистанционными методами исследований почвенных и водных ресурсов с помощью:

- q. **беспилотных** летательных аппаратов,
- г. **космической** съемки,
- s. исследования **карт и атласов**

Монография адресована специалистам в области исследования почвенных и водных ресурсов России.

## РАЗДЕЛ 1

# ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ

ПРИМЕРЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СОСТАВА, СТРУКТУРЫ  
И ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПОЧВУ В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

---





## Глава 1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЛАЖНОСТИ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ

Яшин В.М.

**Введение.** Опыт эксплуатации оросительных систем в различных регионах мира и страны показывает, что орошение в существенной мере обуславливает изменение экологических условий значительных территорий, как в области непосредственной локации гидромелиоративных систем, так и в зонах их влияния, которые могут распространяться до уровней регионального и бассейнового. Оросительная вода является дополнительным к естественным осадкам источником водной нагрузки на определенную территорию, это приводит к существенному изменению составляющих водного баланса, к интенсификации миграционных процессов и увеличению обмена между малым и большим кругооборотом вещества и энергии.

Важность точного регулирования водного режима орошаемых почв определяется тем, что для минимизации воздействия на экологические условия мелиорируемых земель нужно выполнять требования полного использования оросительной воды непосредственно для обеспечения роста и развития сельскохозяйственных растений. Избыточная влага поступает ниже корневой зоны и расходуется на увеличения влажности пород зоны аэрации и пополнения грунтовых вод, частично поступая в геологический кругооборот. При этом нарушается сложившееся в естественных условиях динамическое равновесие, которое выражается, как правило, в подъеме грунтовых вод и усилении их латеральных потоков. В результате природные воды изменив режим и состояние (объемы и качественные показатели) непосредственно на территории техногенного воздействия (гидромелиоративные системы) оказывают влияние трансформацию природных процессов на региональном и бассейновом уровнях.

Развиваемые в настоящее время технологии точного земледелия основаны на обеспечении контроля за реализуемыми технологическими операциями, отслеживании параметров состояния почв и растений, оценке ситуации и при необходимости назначения мероприятий по корректировке прогнозной траектории развития. Применительно к орошаемому земледелию технологии автоматизированного регулирования влажности мелиорируемой почвы должны обеспечить ее значение для каждой фазы развития растений, установленное по кривой продуктивности от влажности на уровне урожайности, запланированной сельхозтоваропроизводителем.

**Объект и методика исследований.** В процессе исследований использованы опубликованные материалы исследований влияния орошения на формирование водного режима орошаемых земель в различных регионах развития орошения и результаты режимно-балансовых наблюдений на оросительных системах в Поволжье, а также материалы исследований по разработке и использованию технологий автоматизированного регулирования режима влажности орошаемых почв. Натурные исследования закономерностей формирования режима влажности почвы и пород зоны аэрации при различных способах полива, а также исследования влияния орошения на режим и баланс

грунтовых вод проводились на Энгельсской, Кисловской, Палласовской оросительно-обводнительных системах в Заволжье и Варваровской оросительной системе на базе Волго-Донского канала. Были проведены комплексные исследования влияния орошения на водный режим почв, грунтов зоны аэрации и режима грунтовых вод.

**Результаты и обсуждение.** Основным фактором, определяющим характер и интенсивность развитие природных процессов под воздействием оросительных систем, является увеличение водной нагрузки на ландшафты или их компоненты при подаче дополнительных объемов оросительной воды. Функционирование гидромелиоративных систем оказывает интенсивное воздействие практически на все компоненты природной среды – почву, породы зоны аэрации, поверхностные и грунтовые воды и ландшафты в целом. Результаты исследований и наблюдения службы эксплуатации оросительных систем показывают, направленность изменений природных условий характеризуется негативными трендами. Воздействие орошения на природную среду может привести и часто приводит к снижению экологической устойчивости агроландшафтов и развитию негативных экологических последствий [1,2].

В качестве основной причины негативных процессов, отрицательно воздействующих на изменение экологических условий как на территориях непосредственного воздействия орошения, так и в зоне влияния мелиоративных систем, следует рассматривать непроизводительные потери оросительной воды на оросительных системах, включая подводящую сеть каналов и внутрисистемные водохранилища. Часть непроизводительных потерь формируется за счет фильтрации из каналов и внутрисистемных водохранилищ (фильтрационные потери), другая часть формируется за счет доли оросительной воды, подаваемой для орошения сельскохозяйственных культур. В последнем случае часть оросительной воды инфильтруется ниже слоя активного влагооборота (корнеобитаемого горизонта) и составляет основную приходную статью баланса грунтовых вод (инфильтрационное питание).

Суммарно доля фильтрационных потерь, достигающих горизонта грунтовых вод и инфильтрационное питание грунтовых вод на полях, плюс инфильтрация атмосферных осадков составляют величину ирригационного питания грунтовых вод. Именно оно определяет направленность и интенсивность изменения экологических условий на орошаемых землях.

Результаты многочисленных натурных исследований позволяют утверждать, что под влиянием орошения неизбежно происходит увеличение инфильтрационного питания грунтовых вод по сравнению с естественными ландшафтами. Определяющими факторами являются величина оросительных норм, применяемые способы орошения и техника полива. Максимальные значения ирригационного питания (5000 – 7000 и более м<sup>3</sup>/га) характерны для рисовых систем и при выращивании хлопчатника. В сухостепной и полупустынной зонах Заволжья при поливе по полосам значения инфильтрационного питания достигали 1000 – 2500 за сезон, при проливе дождеванием изменяется в широких пределах от 250 до 1500 м<sup>3</sup> га [2,3]. Уменьшение ирригационного питания следует ожидать при использовании малообъемных способов, в том числе, капельного орошения за счет

существенного снижения оросительных норм и технических возможностей более «тонкого» управления режимами орошения.

Увеличение питания грунтовых вод при орошении является наиболее значимой экологической опасностью, которая приводит к формированию изменений компонентов природной среды (таблица). Подъем грунтовых вод выше критических значений в условиях недостаточной естественной дренированности вызывает необходимость строительства искусственного дренажа для предупреждения переувлажнения почв и их вторичного засоления. Особую опасность для экологической ситуации речных бассейнов вызывает поступление загрязненных коллекторно-дренажных вод [4,5].

Интенсивное развитие технологий автоматизированного управления орошением на основе непрерывного контроля влажности мелиорируемых почв открывает возможности создания режима орошения сельскохозяйственных культур, обеспечивающего формирование благоприятного развития продукционных процессов. Автоматизированные системы контроля водного режима орошаемых почв позволяют синхронизировать водоподачу на поле с биологическими особенностями водопотребления возделываемых сельскохозяйственных культур.

Таблица

Основные экологические опасности, возникающие при воздействии гидромелиоративных систем на компоненты природной среды

| Компоненты природной среды | Экологические опасности   |
|----------------------------|---|
| Почва                      | Переувлажнение, заболачивание, оглеение, слитизация, вынос питательных веществ, вторичное засоление, осолонцевание, загрязнение, потеря гумуса, ирригационная эрозия  |
| Зона аэрации               | Интенсификация водно-солевого режима, вторичное засоление, переувлажнение, выщелачивание, потеря устойчивости грунтов, уменьшение мощности зоны аэрации. загрязнение, снижение ассимиляционной емкости  |
| Грунтовые воды             | Усиление инфильтрационного питания, подъем грунтовых вод, ухудшение качества (увеличение минерализации, загрязнение грунтовых вод нитратами, пестицидами, тяжелыми металлами). Подтопление сельхозугодий. Активизация инженерно-геологических процессов (просадки, карст, оползни, суффозия), разрушение фундаментов зданий и сооружений), увеличение подземного стока. |
| Поверхностные воды         | Поступление сбросных и коллекторно-дренажных вод в поверхностные водные объекты, приводящее к ухудшению качества воды, подъему уровня, изменению условий проживания человека и обитания водной и прибрежной фауны.  |
| Прилегающие земли          | Ухудшение качества воды, вторичное засоление и осолонцевание почв, активация инженерно-геологических процессов (подтопление, заболачивание, переувлажнение), смена биоценозов   |
| Животный мир               | Ограничение жизненного ареала и нарушение путей миграции диких животных   |
| Ландшафты                  | Снижение ассимиляционной емкости  |

При создании автоматизированных систем управления режимами влажности почвы необходимо учитывать закономерности формирования

водного режима, зависящие от параметров водопоступления и биологических особенностей возделываемых сельскохозяйственных культур (водопотребление по фазам развития, развитие корневых систем и др.). Важными техническими параметрами также являются равномерность распределения поливной нормы по площади поля, коэффициент эффективности полива, интенсивность дождя, размер капель и др. Распределение оросительной воды по площади орошаемого поля зависит от способов и техники полива и неоднородности почв.

В настоящее время в стране преимущественно применяется орошение дождеванием, поверхностные способы (полив по полосам и бороздам), капельный полив и комбинация капельного полива и микродождевания [6,7]. Для получения достоверных данных по режиму влажности почвы на поле с применением датчиков необходимо учитывать характер распределения поливной нормы по площади поля, неоднородность почвенных условий и характеристики корневых систем сельскохозяйственных культур.

Распределение поливной нормы с использованием дождевальных машин регламентируется их конструктивными особенностями. Технически равномерное распределение поливной воды по фронту движения машины характерно для машин фронтального действия и широкозахватных многоопорных дождевальных машин позиционного действия. Размещение датчиков влажности регламентируется наличием почвенных разностей и составом культур. В однородных условиях датчики размещаются равномерно по площади.

Орошение широкозахватными дождевальными машинами кругового действия (типа «Фрегат»), как правило, приводит к повышенному увлажнению почвы в центральной части позиции, обусловленное пониженным значением интенсивности дождя и увеличением продолжительности полива. Датчики влажности с учетом этих особенностей и состава орошаемых культур следует размещать по радиусу и секторам в интервале 0,2 – 0,8 расстояния от центра позиции.

Стационарные дождевальные системы, функционирующие на постоянных позициях, позволяют настраивать отдельные дождеватели на поливные нормы в зависимости от состава поливаемых культур и изменчивости почвенных характеристик. Датчики влажности должны охватывать спектр сельскохозяйственных культур и значимые почвенные разности.

Технологии капельного полива позволяют регулировать водоподачу по капельным линиям и, соответственно, регулировать режим влажности почвы с учетом распределения сельскохозяйственных культур и почвенных разновидностей.

Использование поверхностных способов полива формирует условно равномерное увлажнение по фронту полива и отличается неравномерностью по длине поливной полосы (борозды). Повышенные значения поливной нормы наблюдаются в верхней части потока. В результате полива увлажнение почвы происходит на значительную глубину. На практике точное управление режимом влажности почвы при использовании поверхностных способов является достаточно трудной задачей. Эти способы полива характеризуются наибольшими потерями оросительной воды на инфильтрационное питание

грунтовых вод. Датчики влажности (два и более) следует размещать по створу от водовыпуска в интервале от 0,2 до 0,8 от длины полосы.

Глубина установки датчиков влажности регламентируется распределением корневой системы растений (мелко-, средне- и глубокоукореняющиеся), типом почвы и способом увлажнения. Основное внимание уделяется особенностям развития корневой системы растений. Контроль влажности необходимо проводить в зоне максимального содержания корней. Для средне- и глубокоукореняющихся растений датчики следует размещать в двух горизонтах почвы. Различные конструкции датчиков влажности и тензиометров как для приповерхностных, так и для профильных измерений рассмотрены в работе [8].

**Заключение.** Результатом мелиоративной деятельности на орошаемых землях, имеющим долгосрочные экологические последствия, является увеличение инфильтрационного питания и подъем грунтовых вод, который приводит к снижению ассимиляционной емкости ландшафтов и необходимости строительства искусственного дренажа. Применение автоматизированных технологий контроля влажности почв, позволяющих «более тонко» управлять водоподачей, и использование водосберегающих технологий орошения позволят в существенной мере снизить инфильтрационное питание грунтовых вод и, тем самым, нагрузку на экологические условия мелиорируемых земель.

---

1. Кирейчева Л.В., Юрченко И.Ф., Яшин В.М. Научные основы создания и управления мелиоративными системами в России. Под научной редакцией доктора технических наук, проф. Л.В. Кирейчевой. М: ФБГНУ «ВНИИАгрохимии». 2017. – 296 с.

2. Кац Д.М. Влияние орошения на грунтовые воды. – М., Колос, 1976. – 272 с.

3. Кац Д.М., Яшин В.М. Изменение гидрогеологических условий при орошении в Волгоградском Заволжье. // Гидротехника и мелиорация. №, 1985. – С. 18-24

4. Кирейчева Л.В. Дренажные системы на орошаемых землях: прошлое, настоящее, будущее. – М., 1999. – 202 с.

5. Конторович И.И. Утилизация дренажного стока с орошаемых земель. Монография, – LAP LAMBERT Academic Publishing RU, 2018. – 201 с.

6. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения»: справочник. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 264 с.

7. Бородычев, В.В. Современные технологии капельного орошения овощных культур. Научное издание / Коломна: ФБГНУ ВНИИ «Радуга», 2010. – 241 с.

8. Яшин, В.М. Приборное обеспечение для контроля прецизионного регулирования влажности почвы / Сборник научных трудов «Научно-методическое обеспечение развития мелиоративно-водохозяйственного комплекса» М.: ФБГУ ВНИИГиМ. 2020. – С. 245-252.

## Глава 2. БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР

Степанова Ю.В.

В промышленных плодовых садах немаловажное значение имеет система ухода за почвой, которая должна быть направлена не только на эффективное использование плодородия почв, но и ее улучшение. Система содержания почвы служит одним из главных факторов высокой продуктивности плодовых насаждений. Основная цель любой системы содержания почвы в саду – создание оптимальных условий для роста, развития и плодоношения плодовых культур, т.е. регулирование водного, воздушного, питательного, температурного и микробиологического режимов почвы. Микроорганизмы играют ведущую роль в биохимических превращениях веществ и биологическом круговороте химических элементов в агрофитоценозах. Использование сидератов улучшает структуру почвы, при этом возрастает активность почвенных микроорганизмов, увеличивается запас органических веществ [1, 2, 3].

**Цель исследований** – изучить биологическую активность почвы в зависимости от вида сидерального пара в саду.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились в питомнике ООО «Кутулук» Богатовского района Самарской области. Схема опыта предусматривала 5 вариантов: 1) чёрный пар (контроль); 2) вико – овсяная смесь (100кг вика, 50 кг овес); 3) горчица; 4) донник белый 12-15 кг/га; 5) гречиха.

Выделение и учет общей численности микроорганизмов в почве и соотношение основных групп проводились методом посева почвенной болтушки на твердые стерильные питательные среды: бактерии – на ГМФ-агар, актиномицеты – на крахмало-аммиачную среду, грибы – на среду Чапека.

**Результаты исследований.** Анализ полученных данных (табл. 1) показал, что количество бактериальной микрофлоры в начале вегетации было наибольшим при использовании в качестве сидератов викоовсяной смеси и донника белого, численность актиномицетов и микроскопических грибов не значительно варьировала в зависимости от вариантов опыта, снижение колониеобразующих единиц отмечено лишь в чистом пару. В середине вегетации на фоне общего увеличения численности микроорганизмов отмечено положительное влияние на все изучаемые группы микроорганизмов викоовсяной смеси, донника белого и гречихи.

В конце вегетации данная тенденция сохранилась по численности бактериальной популяции. Количественный учет актиномицетов не выявил четких различий по вариантам опыта, а снижение численности микроскопических грибов произошло в варианте чистого пара. Определение общей биогенности в питомнике показало, что в начале вегетации в условиях достаточной влажности положительное влияние на численность всех групп микроорганизмов в слое почвы 0-30 см оказало использование сидеральных культур, по сравнению с чистым паром, в среднем общая биогенность

составила 24,7 КОЕ млн/г почвы. Закономерная для Среднего Поволжья летняя депрессия численности не наблюдалась в связи с применением орошения. И во второй срок определения общая биогенность составила в среднем 46,75 КОЕ млн/г почвы. В конце вегетационного периода произошло снижение общей биогенности почвы на 50%.

Таблица 1

Влияние сидеральных культур на численность микроорганизмов в плодовом питомнике, тыс. КОЕ/1 г. аб. сух. Почвы

| Варианты сидеральных культур | 1 срок определения |              |       |                   | 2 срок определения |              |       |                   | 3 срок определения |              |       |                   | Среднее за вегетацию |
|------------------------------|--------------------|--------------|-------|-------------------|--------------------|--------------|-------|-------------------|--------------------|--------------|-------|-------------------|----------------------|
|                              | бактерии           | актиномицеты | грибы | общая биогенность | бактерии           | актиномицеты | грибы | общая биогенность | бактерии           | актиномицеты | грибы | общая биогенность |                      |
| Черный пар                   | 9,6                | 6,7          | 0,04  | 16,3              | 12,1               | 14,3         | 0,04  | 26,5              | 9,2                | 9,1          | 0,05  | 18,3              | 20,3                 |
| Вико-овес                    | 21,4               | 11,9         | 0,08  | 33,4              | 28,4               | 37,6         | 0,07  | 66,1              | 19,6               | 11,8         | 0,08  | 31,5              | 43,6                 |
| Горчица                      | 10,3               | 10,6         | 0,06  | 21,0              | 18,2               | 22,6         | 0,06  | 40,9              | 12,5               | 9,4          | 0,08  | 22,0              | 27,9                 |
| Донник белый                 | 18,2               | 10,6         | 0,06  | 28,9              | 21,0               | 33,4         | 0,08  | 54,5              | 18,9               | 7,2          | 0,08  | 26,3              | 36,5                 |
| Гречиха                      | 14,9               | 9,2          | 0,07  | 24,2              | 22,1               | 23,8         | 0,08  | 45,9              | 17,6               | 6,5          | 0,07  | 24,2              | 31,4                 |
| Среднее                      | 14,9               | 9,8          | 0,06  | 24,7              | 20,3               | 26,3         | 0,07  | 46,8              | 15,6               | 8,8          | 0,08  | 24,4              | 31,9                 |

Таким образом, в ходе исследований было установлено положительное влияние на общую биогенность почвы использование в качестве сидеральных культур викоовсяной смеси и донника белого.

1. Нечаева, Е.Х. Влияние минимализации обработки на состояние плодородия тяжелых суглинистых почв в посевах яровой и озимой пшеницы /Е.Х. Нечаева, Н.А. Мельникова, Д.В. Редин// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 016. № 2. С. 7-11

2. Мельникова, Н.А. Влияние различных способов основной обработки на биологическую активность почвы при возделывании яровой пшеницы в условиях лесостепи Заволжья /Н.А. Мельникова, Е.Х. Нечаева// Эпоха науки. 2015.№4. С. 125

3. Нечаева, Е.Х. Биологическая активность чернозема обыкновенного в условиях лесостепи среднего Поволжья / Е.Х. Нечаева, Н.А. Мельникова// Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения 2015. С. 47-51

4. Нечаева, Е.Х. Биологическая активность чернозема обыкновенного в условиях лесостепи среднего Поволжья /Е.Х. Нечаева, Н.А. Мельникова// Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения 2015. С. 47-51



### Глава 3. АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ *FAGUS ORIENTALIS* L. ПОД ВЛИЯНИЕМ РЕКРЕАЦИИ

Щербина В.Г.

При изучении окружающей среды в научной литературе все больше уделяется внимание проблеме аллелопатических взаимодействий растений как одной из форм экологических механизмов, сохраняющих и формирующих видовое разнообразие искусственных и естественных экосистем [1, 2], за счет изменения биохимических характеристик эдафотопы и накопления в среде органических выделений, создающих вокруг растений своеобразные «аллелопатические сферы» [3]. В последние годы, с ростом урбанизации и развитием рекреационной деятельности, становятся все более актуальными вопросы аллелопатии в пригородных лесных массивах с рекреационно трансформированными ценозами, для возможности их сохранения и повышения рекреационного потенциала.

Цель проводимых исследований заключалась в установлении изменений аллелопатической составляющей фитогенного поля бука восточного (*Fagus orientalis* L.) под воздействием рекреационной нагрузки.

Исследования проводились в предгорной зоне Сочинского национального парка, в третьей декаде февраля 2020 г., в перерывах между многодневными ливневыми осадками.

Пробная площадь закладывалась на границе с межкроновым окном в парцелле букняка монодоминантного (10Бк), на склоне юго-восточной экспозиции, крутизной 18-20°.

Насаждение характеризуется V-VI возрастным классом, III бонитетом; средний диаметр древостоя 35,2 см; средняя высота древостоя 25,3 м.

Первый ярус сформирован буком с участием граба, в качестве примеси выступает ильм и клен остролистный.

Сомкнутость полога 0,6-0,9.

Подрост эдификатора от 2 лет и более 3-17 тыс. шт./га, сопутствующие виды – 1-3 тыс. шт./га.

Подлесок представлен (по встречаемости): ежевикой (88-100%), трахистемоном (92-98%), зубяной (70-96%), фиалкой (44-84%), молочаем (30-76%), двулепестником (30-72%), папоротником (19-76%), окопником (9-48%).

От ствола дерева в направлении «окна» параллельно закладывалось 4 тренсекта (4-кратная повторность) протяженностью 8 метров. По методике «шаговой нагрузки» [4], имитировалась рекреационная нагрузка на протяжении 30 минут, что соответствует допустимой рекреационной нагрузке (4,17 чел/га), и характеризуется втаптыванием горизонта  $A_0$  в горизонт  $A_1$ , т.е. полным уничтожением напочвенного покрова, измельчением и «выносом» лесной подстилки.

Пробы почвы (включая корни, измельченные остатки травянистых растений и подстилки) брались методом монолита [5], с интервалом в 1 м (5-кратная повторность) перед имитацией рекреационной нагрузки и через 11 дней



(после 2-дневных ливневых осадков). Аллелопатическая активности водорастворимых колинов замерялась по серии стандартных биотестов – семян редиса, с пересчетом в условные кумариновые единицы (УКЕ) [3].

Полученная пространственная динамика аллелопатической активности (рисунок 1) характеризует несколько зон: внутренняя зона фитогенного поля (1-3 м от ствола дерева), граница между внутренней и внешней частями фитогенного поля (4 м), внешняя граница фитогенного поля (6 м), внешняя зона фитогенного поля ( $\geq 7$  м).

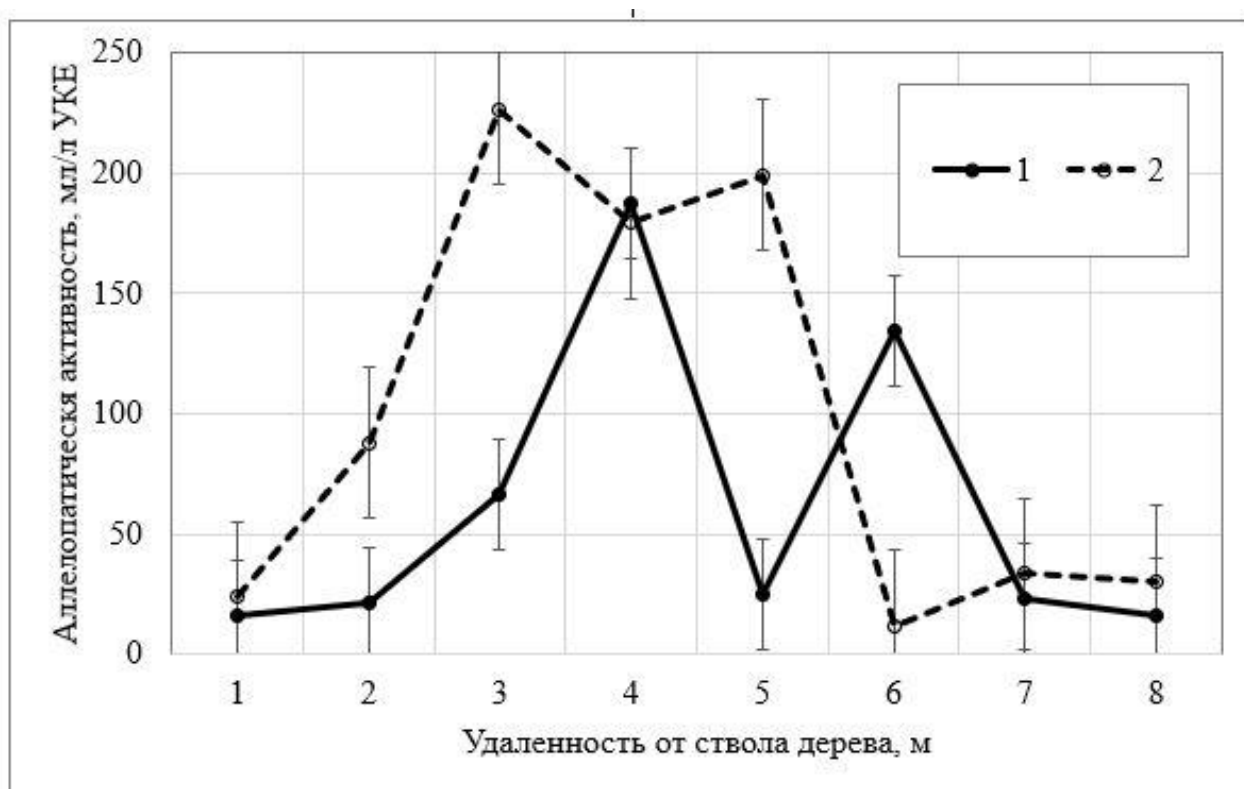


Рисунок 1. Пространственная динамика аллелопатической активности в фитогенном поле *Fagus orientalis*:

1 – контрольные участки, 2 – после моделирования рекреационной нагрузки

Анализ корневых систем показал, что средняя корненасыщенность варьирует в диапазоне от  $15,9 \pm 0,96$  до  $17,8 \pm 0,00$  г/пробу, при варьировании фракции физиологически активных корней – от  $1,016 \pm 0,091$  до  $2,873 \pm 0,072$ , что характерно для среднегорных консорций с буковым эдификатором [6, 7], объясняемое срастанием многих корней [8].

Проведенный дисперсионный анализ по иерархической схеме на предмет зависимости величин «внутреннего поля» и «внешнего поля» с долей активной фракции корней («активная фракция») после рекреационного воздействия («рекреация»), позволил выявить закономерности (при  $p = 0,01$ ):

«активная фракции – внутреннее поле»:  $F_{\text{факт}} > F_{\text{табл}} - 31,6: 6,93$ ;  
«активная фракция – внешнее поле»:  $F_{\text{факт}} > F_{\text{табл}} - 136,0: 6,93$ ;  
«рекреация – внутреннее поле»:  $F_{\text{факт}} > F_{\text{табл}} - 23,7-45,7: 3,85-5,99$ ;  
«рекреация– внешнее поле»:  $F_{\text{факт}} > F_{\text{табл}} - 10,5-11,5: 3,85-5,99$ .

Доля физиологически активной фракции корней на 39-43% изменчивости зависит от величин внутреннего фитогенного поля и, меньшая часть (22-26%) – от внешнего поля. Величина варьирования внутренней зоны фитогенного поля на 93% зависит от рекреационной нагрузки и на 4% – от доли активной фракции. Внешняя зона фитогенного поля на 88-89% имеет зависимость от воздействия рекреации и на 4-5% – от долевого участия активной фракции корней.

Таким образом, воздействие разовой предельно допустимой рекреационной нагрузки, сопровождающейся разрушением травяно-кустарничкового покрова и измельчением лесной подстилки, отражается на пространственном изменении напряженности аллелопатической составляющей в зонах фитогенного поля *Fagus orientalis*.

---

1. Chou C.-H. Allelopathy in relation to agricultural productivity in Taiwan: problems and prospects // *Allelopathy*. 1992. – P. 179-203.

2. Koocheki A., Lalegani B., Hosseini S.A. Ecological consequences of allelopathy // *Allelopathy*. 2013. – P. 23-38.

3. Гродзинский А. М. Аллелопатия растений и почвоутомление. Избр. тр. – К.: Наукова думка, 1991. – 532с.

4. Временная методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок. – М.: ЦБНТИлесхоза, 1987. – 34 с.

5. Колесников В. А. Методы изучения корневой системы древесных растений. – М.: Лесная пром-сть, 1972. – 152 с.

6. Щербина В. Г. Экологические особенности цикличности лесных биогеоценозов. – Кривой Рог: Минерал, 2006. – 120 с.

7. Щербина В. Г. Экологические аспекты буковых экосистем. 3-е изд, доп., перераб. – Кривой Рог: Минерал, 2005. – 410 с.

8. Мальцев М. П. Бук. – М.: Лесная пром-сть, 1980. – 80 с.

9. Щербина В.Г. Аллелопатические изменения *Fagus orientalis* L. под влиянием рекреации // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие" (Санкт-Петербург, Июнь 2020). Международная научная конференция "Технические и естественные науки" – СПб.: ГНИИ Нацразвитие, 2020. С.12-14

## Глава 4. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИНВАЗИИ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

Псарев А.М., Ушакова Г.Г.

Одной из сторон проблемы антропогенной трансформации естественных экосистем является изменение условий окружающей среды, и, как следствие, расширение границ ареалов, появление локальных популяций видов на новых территориях, что происходит естественным или антропохорным путем. Изучение закономерностей проникновения чужеродных видов в наземные и водные сообщества и последствий этого процесса становится важным направлением научных исследований. Проблема инвазии чужеродных видов коснулась и территории Алтайского края, где такие виды есть среди разных таксонов растительного и животного мира.

Данное сообщение посвящено животным, появившимся в составе фауны Алтайского края в нынешнем столетии, и интродукция которых может иметь важные экологические и экономические последствия.

Из беспозвоночных животных, помимо всем известного колорадского жука, в последние годы в Алтайском крае большое значение приобретает проникновение в хвойные леса полиграфа уссурийского (= пихтового) *Polygraphus proximus* Blandford, 1894 – вредителя, который ранее отсутствовал в Сибири и на Алтае. Проникновение вида на территорию Алтайского края и Республики Алтай большинство специалистов связывают с завозом неокоренной древесины пихты дальневосточной, где находится его естественный ареал. Сейчас этот вид является основным среди стволовых вредителей, вытесняющий своей агрессивностью других короедов, к которым пихта более-менее адаптировалась. Мониторинг 2013-2016 гг. показал повреждение пихты уссурийским полиграфом в Алтайском, Белокурихинском, Горно-Колыванском, Залесовском, Тогульском, Фрунзенском и Чарышском лесничествах края на общей площади 23850,3 га, из них погибших с момента повреждения 951,5 га [5]. Не смотря на проводимые мероприятия, по прогнозам специалистов лесного хозяйства основным фактором, влияющим на ухудшение состояния пихтовых насаждений региона в первой половине 2021 года по-прежнему будет полиграф уссурийский [7]. В городе Бийске и его окрестностях пихта, ель и кедр – основные кормовые растения короеда – присутствуют только в декоративных посадках, поэтому проблема пока остро не стоит.

К настоящему времени в бассейне Оби можно встретить 19 чужеродных видов рыб, из которых натурализовались и начали саморасселение 9 видов [2]. Интерес представляют три вида, появившиеся на Алтае в начале XXI века – это ротан (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877), уклейка (*Alburnus alburnus* Linnaeus, 1758) и верховка (*Leucaspis delineatus* Heckel, 1843).

Из них наиболее важным видом-интродуцентом, появление которого в водоемах края может иметь большое экологическое значение, является ротан. На Алтае ротан стал попадаться в уловах рыбаков-любителей с начала 2000-х

годов в пойменных водоемах р. Обь. Сейчас вид местами многочисленен и является объектом промысла [8]. Появление вида в регионе связывают со способностью ротана приклеивать икру к телу водоплавающих птиц, которые разносят ее по водоемам и несанкционированным зарыблением водоемов рыбаками-любителями. По мнению специалистов, вероятность случайного завоза икры или молоди ротана невелика, так как за последние 20 лет масштабное зарыбление на территории Алтайского края не проводилось [9]. Это экологически пластичный вид с высоким репродуктивными способностями, быстро адаптирующийся к изменениям условий внешней среды, причем не только к температуре или содержанию кислорода, но и к химическим примесям антропогенной природы, например, к действию хлорной извести и аммиачной воды [6]. Ротан – полифаг и трофический конкурент многих видов местной ихтиофауны, поедающий крупных беспозвоночных, рыб и земноводных. При вселении в небольшие замкнутые водоемы он снижает общее видовое разнообразие гидробионтов, может способствовать сокращению популяций редких видов [10]. В пойменных водоемах окрестностей г. Бийска ротан относительно редок, но контроль за его численностью необходим.

Уклейка в составе ихтиофауны Алтая появилась примерно в 2004-2005 гг. вероятнее всего в результате саморасселения. В 2012 году у Барнаула уже отлавливались 7-8 летние особи [1]. Сейчас вид достаточно обычен, в августе 2017 года в Бийске на р. Бия проводился чемпионат по ловле уклейки, во время которого участниками было выловлено около 6 тысяч особей. Верховка была случайно завезена в бассейн Оби с икрой рыб, в конце 90-х она заселила Новосибирское водохранилище, и в настоящее время довольно широко встречается в Верхней Оби и ее притоках [8]. В отличие от уклейки, верховка из-за мелких размеров не является объектом любительской ловли. В целом, появление уклейки и верховки в регионе расширило спектр пищевых объектов хищных рыб, но оба вида чрезвычайно прожорливы и конкурируют за пищу с местными планктоно- и бентосоядными рыбами, снижая их кормовую базу, что может послужить причиной снижения их численности.

Еще одним инвазионным видом животных является представитель земноводных – озерная лягушка *Pelophylax (= Rana) ridibundus* (Pallas, 1771) – которая появилась на Алтае в результате случайной интродукции в конце 60-х – начале 70-х годов прошлого века предположительно вместе с икрой рыб икры лягушек в водоемы предгорий Алтая (Алтайский район), и при завозе в качестве лабораторного животного в водоемы поймы р. Маймы в окрестностях г. Горно-Алтайска [4,11]. В настоящее время на Алтае озерная лягушка распространена шире, чем в других регионах Сибири [10]. Обычна она и в пойменных водоемах окрестностей г. Бийска. В условиях Алтая озерная лягушка местами стала конкурентом более мелкого местного вида – остромордой лягушки (*Rana arvalis* Nilsson, 1842), занимая водоемы, где ранее проходило размножение остромордой лягушки [4]. Попадая в водоемы, *P. ridibundus* поедает головастиков и сеголетки других земноводных, молодь не менее 24 видов рыб, реже других позвоночных, уступающих ей в размерах [3].

- 
1. Журавлев В.Б., Иноземцев А.Г. О нахождении уклейки *Alburnus alburnus* в верхнем течении Оби // Алтайский зоологический журнал.– 2012.– Вып. 6.– С. 64-66.
  2. Интересова Е.А. Чужеродные виды рыб в бассейне Оби // Российский Журнал Биологических Инвазий.– 2016.– N1.– С. 83-100.
  3. Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР. [Текст] / М.: Товарищество научных изданий КМК.–2012.– 370 с.
  4. Кучин А.П. Флора и фауна Алтая [Текст] / Горно-Алтайск.–2001.– 264 с.
  5. Полиграф на Алтае [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://altay.rcfh.ru/news/5494.html> (дата обращения: 21.12.2020).
  6. Поляков А.Д., Бузмаков Г.Т. Биология ротана в водоемах Кузбасса // Современные наукоемкие технологии. – 2008. – № 5. – С. 78-80; URL: <http://top-technologies.ru/ru/article/view?id=23878> (дата обращения: 01.12.2020).
  7. Прогноз санитарного и лесопатологического состояния лесов Алтайского края на первое полугодие 2021 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://altay.rcfh.ru/news/25526.html> (дата обращения: 21.12.2020).
  8. Решетников А.Н., Голубцов А.С., Журавлев В.Б., Ломакин С.Л., Резвый А.С. Расширение ареалов ротана *Percottus glenii*, верховки *Leucaspis delineatus* и уклейки *Alburnus alburnus* в бассейне р. Обь // Сибирский экологический журнал.– 2017.– т.24. – N6. – М.696-707.
  9. Ротан в наших краях недавно, но уже успел навредить [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://altai.aif.ru/society/education/54565> (дата обращения: 21.12.2020).
  10. Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100) [Текст] / Ред. Дгебуадзе Ю.Ю., Петросян В.Г., Хляп Л.А.– М.: Тов-во научных изданий КМК.–2018.– 688 с.
  11. Яковлев В.А. К экологии озёрной лягушки на Алтае [Текст] //«Экология».– N1.– 1990.– С. 67-71.
  12. Псарев А.М., Ушакова Г.Г. Биологические инвазии как экологическая проблема // Наука. Исследования. Практика: сборник статей международной научной конференции (Санкт-Петербург, Февраль 2021) – СПб.: ГНИИ Нацразвитие, 2021. С.10-12

## Глава 5. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ГОРОДА ТАМБОВА

Куницын А.С., Гладышева О.В.

### **Актуальность.**

Почва является бесценным природным богатством нашей планеты. Благодаря плодородию почвы, все живые организмы получили возможность существовать на планете. В настоящее время загрязнение почвы ведет к снижению её плодородия, что в будущем грозит глобальной катастрофой для всего живого на Земле. Основными загрязнителями почвы в городе являются промышленные предприятия и автотранспорт, которые выделяют огромное количество вредных веществ, что ведет к нарушению биологического круговорота грунтовых систем. В связи с данной проблемой нам стало интересно изучить экологическое состояние почвы в городе Тамбове.

### **Цель работы:**

изучение экологического состояния почвенных образцов в разных районах города Тамбова.

### **Объекты и методы исследования.**

В качестве объектов исследования были взяты образцы почв из разных районов города Тамбова: района Сенько, района Новой Ляды, парка Победы, парка Культуры, стадиона «Динамо» и территории завода ПАО «Пигмент». Работа проводилась в период с сентября 2017 года по март 2019 года. Для определения экологического состояния почв мы воспользовались следующими методами исследования [3,с.226; 4,с.83; 5,с.457]:

1. *Определение относительного количества карбоната кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) в почве.* Для этого мы взвешивали одинаковое количество каждого исследуемого образца почвы (1,3г), после чего измельчали образцы и приливали раствор соляной кислоты ( $\text{HCl}$ ). Соляная кислота прореагировала с  $\text{CO}_3^{2-}$  в почве, реакция шла с выделением углекислого газа ( $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2$ ).

2. *Определение наличия сульфата-иона ( $\text{SO}_4^{2-}$ ).* К растворам подготовленных почвенных вытяжек приливали раствор хлорида бария ( $\text{BaCl}_2$ ). В случае наличия  $\text{SO}_4^{2-}$  выпадал осадок сульфата бария ( $\text{BaSO}_4$ ). ( $\text{ЭлSO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{ЭлCl} + \text{BaSO}_4$ ).

3. *Определение наличия закисей железа.* К растворам подготовленных почвенных вытяжек приливали раствор гексацианоферрата III калия  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . В случае наличия закисей железа, раствор менял цвет на голубоватый ( $\text{Fe}^{3+} + \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] = \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ).

4. *Определение кислотности почвы (рН).* К почвенным образцам приливали раствор хлорида калия ( $\text{KCl}$ ), после чего опускали индикаторную бумагу в полученный раствор. По изменению цвета индикаторной бумаги определили значение рН и среду данного почвенного образца.

5. *Определение наличия свинца ( $Pb^{2+}$ ).* К растворам почвенных вытяжек прилили раствор йодида калия (KI). В случае наличия ионов свинца должен выпадать осадок желтого цвета ( $Pb^{2+} + KI = PbI_2 \downarrow$ ).

6. *Определение наличия солей меди ( $Cu^{2+}$ ).* К растворам почвенных вытяжек прилили водный раствор аммиака ( $NH_4OH$ ). В случае наличия солей меди в почве должен выпадать осадок голубого цвета ( $Cu^{2+} + NH_3 (H_2O) = Cu(OH)_2 \downarrow$ ).

7. *Применение метода биоиндикации.* Для проведения биоиндикации мы использовали почву шести исследуемых образцов для высадки в нее семян кресс-салата. Определяли всхожесть семян в разных почвенных образцах в соответствии с морфологическими особенностями исследуемых почв. Семена кресс-салата были выбраны из-за их быстрой всхожести и неприхотливости к условиям роста. Для сравнения всхожести, в каждый почвенный образец высаживали по 50 семян кресс-салата. Семена сажали на одинаковую глубину (1,5 см). Полив и рыхление проводились в одинаковое время.

8. *Проводили биометрическую характеристику всхожих проростков.* На третий день после прорастания семян, проростки измеряли, проводили статистическую обработку полученных данных, то есть вычисляли среднюю арифметическую, ошибку средней арифметической и коэффициент вариации.

9. *Изучали механический состав почвенных образцов.* Механический состав почвенных образцов определяли по состоянию сухого образца и собственным ощущениям при его растирании [1,2, с.225].

### **Результаты и их обсуждение.**

Определяя наличие карбонатов в почве, мы добавляли соляную кислоту в исследуемые образцы почв и наблюдали следующие реакции: сильное вскипание было хорошо заметно в образце почвы, взятой в районе Сенько, это указывает на то, что почва этого района сильнокарбонатная (> 10%). Наличие пузырьков наблюдали в почвенном образце, взятом с территории завода ПАО «Пигмент», данный образец почвы охарактеризовали как карбонатный (0,5-10,0%). Слабо видимое вскипание было отмечено в образцах почвы, взятой в районе стадиона «Динамо» и Новой Ляды, что дает возможность охарактеризовать данные образцы почв как слабокарбонатные (0,1-2,0 %). В почвенных образцах, взятых с территории парка Победы и парка Культуры, реакции отмечено не было.

При определении сульфат-ионов, мы приливали раствор  $BaCl_2$  к растворам почвенных вытяжек, выпадение осадка в виде  $BaSO_4$  было характерно только для почвенных образцов, взятых с территории парка Победы и стадиона «Динамо», что доказывает наличие в образцах сульфат-ионов. В остальных образцах осадка не наблюдалось.

Определяя наличие закиси железа, к почвенным вытяжкам был прилит раствор гексацианоферрата III калия  $K_3[Fe(CN)_6]$ . Цвет почвенного образца, взятого с территории завода ПАО «Пигмент» стал голубоватый, что указывает на наличие закиси железа. В остальных образцах закиси железа обнаружено не было.



При определении pH почвенных образцов отмечали разную окраску индикатора: желтовато-коричневый цвет индикатора был характерен для образцов почв районов Новая Ляда, Сенько и парка Победы, что указывает на кислую (pH-5) почвы. Окраска индикатора желтовато-зеленоватого цвета, показывает нам слабокислую (pH-6) образца почвы, взятого с территории стадиона «Динамо». Зеленый цвет индикатора был отмечен в почвенном образце, взятом с территории парка Культуры, данный цвет указывает на слабощелочную реакцию почвы (pH-7,5). Индикатор синего цвета показывает нам щелочную реакцию почвенного образца (pH-8), взятого с территории завода ПАО «Пигмент».

При выявлении наличия свинца, мы добавили раствор йодида калия (KI) к почвенным образцам, выпадение осадка желтого цвета не наблюдали, что говорит об отсутствии свинца в исследуемых образцах.

Приливая водный раствор аммиака (NH<sub>4</sub>OH) к почвенным образцам, выпадение осадка голубого цвета не наблюдали, что дает возможность говорить об отсутствии солей меди в исследуемых образцах.

Определяя всхожесть семян кресс-салата, наибольшее количество всходов было отмечено на 4-й день в почвенных образцах, взятых с территории завода ПАО «Пигмент» (48 проростков из 50), парка Культуры (47 проростков из 50) и парка Победы (45 проростков из 50). В почвенных образцах, взятых в районах Сенько и Новой Ляды, а также стадиона «Динамо» количество проростков оказалось 26, 30, 41 из 50. Самая большая длина проростков (5,54±0,24; 5,47±0,27; 5,4±0,66; 5,29±0,29) была отмечена в почвенных образцах, взятых с территории завода ПАО «Пигмент», стадиона «Динамо», парка Культуры и парка Победы. Проростки, развивающиеся в почвенном образце, взятом в районе Новой Ляды, имеют низкие биометрические показатели – 2,92±0,39. В образце почвы района Сенько всходов не наблюдалось.

Исследуя образцы почв по механическому составу было выявлено, что почва, взятая в районе Новой Ляды на внешний вид сыпучая масса, без комочков, состоит почти полностью из песка. Почва, взятая с территории завода ПАО «Пигмент», парка Культуры, парка Победы, а также стадиона «Динамо» состояла из округлых комочков, которые легко раздавливались, кроме того в исследуемых образцах преобладают песчаные частицы, такую почву можно охарактеризовать как супесчаную. Почва, взятая в районе Сенько – суглинок, так как состояла из комочков округлой формы, которые разрушались с небольшим усилием, также в почве преобладали песчаные частицы, глинистые частицы 20-30%.

### **Заключение.**

По результатам проведенных исследований можно сказать следующее, что почвы города Тамбова являются относительно чистыми, так как в исследуемых образцах почв отсутствовали тяжелые металлы, соли меди и лишь в единичных образцах наблюдались сульфат-ионы и закись железа. Самой



неплодородной почвой оказался песок, в супесчаной почве показатели всхожести семян кресс-салата были наибольшими. Суглинистые почвы тяжелые, поэтому в такой почве семенам тяжело прорасти. Большое значение при выращивании растений также имеет рН почвы, в городе Тамбове преобладают кислые почвы, такие почвы несколько затрудняют всасывание и усвоение растениями питательных веществ.

---

1. Герасимов И.П. Основы почвоведения и география почв: учебник для геогр. факульт. ун-в. / И.П. Герасимов. – М.: Географгиз, 1960. – 490 с.

2. Иванов Е.С., Авдеева Н.В., Кременецкая Т.В., Золотов Г.В. Методы экологических исследований: практикум – Рязань: Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина, 2011. – 404 с.

3. Кузнецова Е.В., Гладышева О.В., Величко Л.Г., Пашков А.Н. Лишайники как биоиндикаторы загрязнения окружающей среды – Молодежный инновационный вестник Научно-практический журнал Материалы XIV Всероссийской Бурденковской научной конференции.– ВГМУ, 2018. Т. 7. № S1. С. 226-227.

4. Прокашев А.М. Руководство по полевой диагностике и геоэкологической оценке почв Кировской области: учебное пособие – Киров: ВятГУ, 2018. – 118 с.

5. Филиппова Е.Е., Гладышева О.В. Исследование загрязнения атмосферного воздуха в городе Воронеже при помощи биоиндикации. Научная конференция с международным участием Изучение и сохранение биоразнообразия в ботанических садах и других интродукционных центрах (Донецк 8-10 октября 2019 г.). – Донецкий ботанический сад: Донецк, 2019. – С. 455-459.

6. Куницын А.С., Гладышева О.В. Оценка экологического состояния почв города Тамбова // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие" (Санкт-Петербург, Январь 2020). Международная научная конференция "Высокие технологии и инновации в науке" – СПб.: ГНИИ Нацразвитие, 2020. С.50-54

## Глава 6. ПОТЕРИ ЭНЕРГИИ ПРИ ДЕФОРМАЦИИ ПОЧВЫ

Кочергина Е.С.

В общем случае при движении ведущего колеса по деформируемой поверхности (почва) происходят: деформация шины (вертикальная и тангенциальная), радиальные колебания элементов шины, смятие грунта, проскальзывание отдельных частей пятна контакта шины относительно опорной поверхности, вертикальные колебания и пробуксование колеса. На все это затрачивается энергия, полученная шиной от двигателя. Эти процессы зависят от условий нагружения колеса, характеристик шины и почвы, по которой происходит движение трактора. Величина деформаций буксования и проскальзывания определяются не только нагрузками, но и находятся в сложной зависимости друг от друга, поэтому учет одновременно всех отдельных процессов затрудняет расчеты. Для теоретического исследования необходимо упростить физическую картину за счет расчленения суммарных потерь на отдельные виды и выбрать из них наиболее существенные.

Ниже будут рассмотрены потери энергии на смятие почвы.

Почва, как дисперсный материал, состоит из отдельных твердых частиц, связанных между собой силами трения, молекулярного притяжения и другими силами. Сложное переплетение взаимосвязанных твердых частиц представляет скелет почвы. Пространство между твердыми частицами – поры скелета, заполнены газами и жидкостями, которые при медленном приложении нагрузки мало сопротивляются деформации. Г.Е. Покровский показал, что внешние нагрузки передаются от одних частиц почвы к другим в местах их непосредственных контактов. Очевидным также можно считать и то, что в случае приложения к почве небольших усилий, пока локальные напряжения в местах контактов твердых частиц не превышают предела прочности связей, разрушение скелета почвы невозможно и его деформация должна подчиняться линейному закону.

Зависимость между нормальным напряжением  $\sigma$  и осадкой колеса  $h$  часто выражается зависимостью [1].

$$\sigma = Kh, (1)$$

где:  $K$  – коэффициент объемного смятия грунта,  $\text{Н/м}^3$ .

Однако линейная зависимость деформации от удельной нормальной нагрузки сохраняется при сравнительно небольших нагрузках. При дальнейшем увеличении нагрузки зависимость  $h(P)$  имеет нелинейный характер и для ее характеристики предложены ряд других математических зависимостей. Широкое распространение получила степенная формула М.Г.Беккера [2]:

$$P = \left( c_1 + \frac{c_2}{b} \right) \cdot h^\mu, (2)$$

где:  $c_1$ ,  $c_2$  и  $\mu$  – постоянные грунта;  $b$  – ширина колеса.

Перемещение частиц почвы  $h$  под действием колесных движителей, передающего нагрузку на почву, определяются физико-механическими свойствами почвы. Графическая зависимость между смятием (усадкой) деформируемой почвы и нагрузкой, действующей на нее показана на рис. 1.

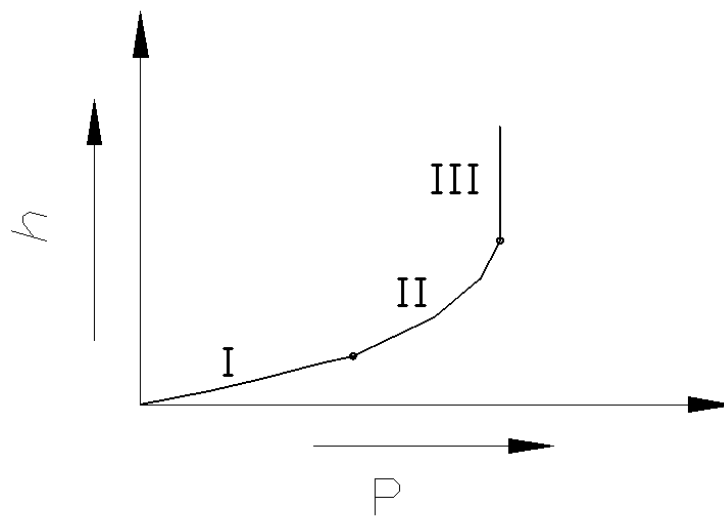


Рис.1. Кривая осадки почвы под колесом

Кривая на этом графике может быть разделена на три фазы.

В первой фазе при малых ступенях нагружения начальный участок кривой очень мало отклоняется от оси абсцисс. Нарушение характера кривой начинается при нагрузке соответствующей пределу структурной прочности почвы  $P_{стр}$ . Согласно данным опытов, пока не превзойдена структурная прочность, почва испытывает только незначительные упругие деформации и осадка колеса полностью восстанавливается после снятия нагрузки. Зависимость деформации от давления в расчетной практике принимается линейной.

Вторая фаза напряженного состояния почвы – фаза сдвигов, теоретически не имеет конца, поскольку при некотором давлении почва полностью перестает сопротивляться деформации и колесо опускается вниз без приложения дополнительной нагрузки. В реальных условиях осадка колеса прекращается после того, как объем уплотненного ядра, в сечении напоминающий клин, упирается в пласт более прочной почвы. Давление  $P$ , при котором почва полностью исчерпывает возможность сопротивляться, носит название предела несущей способности почвы.

Третья фаза – развитие деформации сдвига, резко увеличивается деформация без дальнейшего увеличения нагрузки.

Распределение этих фаз на кривой деформации зависит от свойств данной почвы. Для мягких почв (торфянистых, болотистых, сухих песчаных) первая зона почти отсутствует.

Для плотных почв зона линейной зависимости усадки от давления (первая зона) является преобладающей. Этим объясняется различие в выборе зависимости давления от глубины погружения  $P=f(h)$ . Если исследование проводилось на мягких почвах, то выбиралась параболическая зависимость типа  $P=c \cdot h^\mu$ , где показатель степени  $\mu < 1$ ; если же исследование проводилось на плотной почве, то указанная зависимость принималась линейной [3]. В наших исследованиях принята линейная зависимость, так как значительная часть испытаний проводилась именно на плотных почвах. Энергия, затраченная на смятие грунта за один оборот колеса, при известном значении коэффициента  $c$  легко подсчитывается:

$$P_{fcm} = c \cdot B \cdot H \cdot l \cdot \frac{H}{2} = \frac{1}{2} c B H^2 \cdot l, (3)$$

где:  $B$  – ширина шины, м;  $H$  – глубина колеи, м;  $l=2\pi \cdot r_d$  – путь, пройденный колесом за один оборот, м;  $c$  – коэффициент объемного смятия почвы, Н/см<sup>3</sup>.

Подставив значение  $l$ , получим окончательную формулу для определения энергии, затраченной на смятие грунта:

$$P_{fcm} = \pi \cdot c \cdot r_d \cdot B \cdot H^2, (4)$$

- 
1. Карапетян М.А., Мочунова Н.А. Воздействие ходовых систем машино-тракторных агрегатов на плодородие почв. Монография, Москва 2017г.
  2. Мочунова. Н.А. К вопросу определения буксования ведущих колес трактора [Текст]// А.К. Тургиев, М.А. Карапетян, Н.А. Мочунова // Естественные и технические науки.- 2010.- № 5ст. 570-572.
  3. Карапетян М.А., Мочунова Н.А. Пути снижения вредного воздействия ходовых систем на почву. (Монография) Арменпак Ереван 2020.- 153с.
  4. Тургиев, А.К. Повышение эффективности технологических процессов на основе улучшения тягово-сцепных свойств колесных тракторов при колебательной тяговой нагрузке [Текст]// дис...д-ра техн. наук/ А.К. Тургиев. – Рязань, 1990 г.- 86 с.
  5. Карапетян М.А. Повышение эффективности технологических процессов путем уменьшения уплотнение почв ходовыми системами сельскохозяйственных тракторов. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / МГУП. Москва 2010г.
  6. Кочергина Е.С. Потери энергии при деформации почвы // Анализ и синтез сложных технических и технологических систем: сборник статей международной научной конференции (Великий Новгород, Декабрь 2022) – СПб.: ГНИИ Нацразвитие, 2022.

## РАЗДЕЛ 2

# ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ

## ПРИМЕРЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

---



## Глава 7. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ

Кубалова Л.М., Сланова Д.А.

Важнейшим критерием принадлежности минеральной воды к определенному классу природных вод является её химический состав [1, 2]. Существуют различные подходы к классификации минеральных вод, в том числе по их терапевтическому действию на организм человека [2]. Однако наиболее научно обоснованной является классификация, основанная на химическом составе минеральных вод.

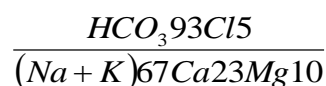
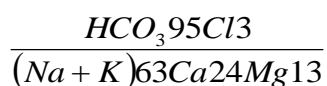
Цель данной работы заключалась в сравнительной характеристике минеральных вод Северной Осетии по их химическому составу и бальнеологическому действию.

Известно, что на территории Республики Северная Осетия-Алания представлены минеральные воды шести бальнеологических групп [1, 3, 4], а именно:

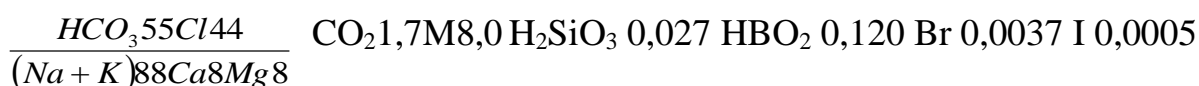
1. Бальнеологическая группа «А» – воды без специфических компонентов и свойств, лечебное действие которых обусловлено их основным ионным составом и общей минерализацией при наличии в их газовой составляющей главным образом азота и метана, содержащихся в водах в растворенном состоянии в незначительных количествах. К водам данной группы относятся «Кармадон», «Урсдон», «Бирагзанг», имеющие повышенное содержание бора (в виде метаборной кислоты  $HBO_2$ ), что оказывает благотворное влияние на слизистые оболочки организма.

2. Бальнеологическая группа «Б» – воды углекислые. Воды данной группы («Тиб-1», «Тиб-2», «Зарамаг», «Верхний Кармадон», «Хилак», «Мамисон») характеризуются содержанием растворенного в них в большом количестве углекислого газа  $CO_2$ , а также их ионным составом и общей минерализацией, играющей важную роль для внутреннего применения этих вод.

Ионные формулы для некоторых вод данной группы (Тиб 1; Тиб 2) следующие:



Ниже приведена ионная формула воды Зарамаг:



Химический и газовый состав воды Зарамаг аналогичен составу воды Эссентуки №4, однако содержание метаборной кислоты ( $\text{HBO}_2$ ) в воде Зарамаг (120 мг/л) существенно превышает аналогичную величину для воды Эссентуки №4 (26 мг/л). Такая разница в содержании метаборной кислоты оказывает влияние на физиологическое действие минеральной воды, в частности, приводит к угнетению общих обменных процессов.

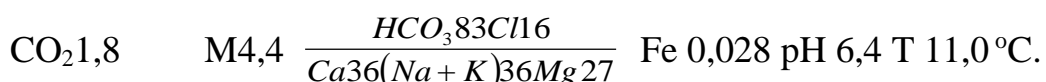
Как видно, вода перечисленных источников является гидрокарбонатной, натриево-кальциевого подкласса, газифицирующая углекислым газом. Лечебное применение разнообразно: заболевания органов пищеварения, а также сопутствующие заболевания (уха, горла, носа, гинекологические, урологические, сердечно-сосудистой системы).

3. Бальнеологическая группа «В» – воды сульфидные. К данной группе вод относятся сероводородные гидросульфидные сульфатные кальциевые воды месторождений «Тамиск», «Редант», «Урсдон» с содержанием сульфидов более 10 мг/л и ионной формулой:



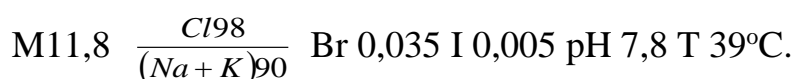
Присутствующий в воде свободный сероводород диссоциирует на катионы водорода, гидросульфид- и сульфид-ионы, соотношение которых определяет pH среды минеральной воды:  $\text{H}_2\text{S} = \text{H}^+ + \text{HS}^- = 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ . В слабокислых водах преобладает  $\text{H}_2\text{S}$ , в щелочных –  $\text{HS}^-$ , в сильно щелочных присутствует  $\text{S}^{2-}$ .

4. Бальнеологическая группа «Г» – воды железистые, мышьяковые и с высоким содержанием металлов (Mn, Cu, Zn и других). К водам данной группы с содержанием железа более 20 мг/л относятся «Верхний Кармадон», «Раздольное», «Мамисон». Примерная ионная формула химического состава следующая:



Бальнеологическое применение распространяется на стимулирование органов кроветворения, сердечно-сосудистые и гинекологические заболевания.

5. Бальнеологическая группа «Д» – воды бромные, йодные и с высоким содержанием органических веществ. Воды данной группы представлены в Северной Осетии Коринским месторождением с содержанием брома более 25 мг/л, йода – более 5 г/л, общей минерализацией не более 15 г/л. Примерная формула химического состава этой воды:



Способностью йода и брома к усилению процессов торможения в коре головного мозга обусловлен выраженный седативный эффект при лечении функциональных расстройств нервной системы, а также использование вод данной группы при лечении заболеваний сердечно-сосудистой, эндокринной систем, опорно-двигательного аппарата, гинекологических и заболеваниях органов пищеварения [5].

6. Бальнеологическая группа «Ж» – воды кремнистые – термальные (углекислые) и радоновые воды. Данная группа вод представлена Верхнекармадонскими термальными углекислыми хлоридными натриевыми водами, являющимися радиоактивными. Радиоактивность этих вод составляет более 13 единиц Махе, что позволяет широко использовать их в бальнеотерапии.

Таким образом, сравнение химического и газового состава минеральных вод Северной Осетии позволяет сделать вывод, что их лечебный эффект определяется не только основным составом компонентов, но и комплексными физико-химическими свойствами, которые формируются в глубинных слоях земной коры в условиях, отличных от наземных, в том числе, атмосферных факторов.

---

1. Пхалагова Дз. М. Минеральные воды Северной Осетии и их химические особенности. – Владикавказ: Ир, 1992. – 204 с.

2. Иванов В.В. Основные критерии оценки химического состава минеральных вод. М., 1982.-113 с.

3. Молчанов Г.И., Бондаренко Н.Г., Дегтярева И.Н., Кубалова Л.М., Молчанов А.А. Санаторно-курортное дело. (Учебник под ред. Г.И. Молчанова.) – Москва: Издательский Дом "Альфа-М", 2012. – 398 с.

4. ГОСТ Р 54316-2011. Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия.

5. Толпарова В.А., Кубалова Л.М. Лечебное действие йодобромных минеральных вод. Международный студенческий научный вестник. 2016. №3-3. с. 469-469а.

6. Кубалова Л.М., Сланова Д.А. Сравнительный анализ минеральных вод Северной Осетии // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие" (Санкт-Петербург, Март 2021). Международная научная конференция "Высокие технологии и инновации в науке" – СПб.: ГНИИ Нацразвитие, 2021. С.96-99



## Глава 8. РАДИОИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ АРТЕЗИАНСКИХ ВОД ЮГО-ВОСТОКА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Гончар Ю.Н., Гудыменко Н.О., Гудыменко В.А.

В настоящее время задачи разведки, мониторинга и рационального использования подземных, в частности, артезианских, вод, приобретают важное значение. Это связано с ростом промышленного загрязнения бассейнов рек и водохранилищ, вода которых в ближайшее время не будет соответствовать санитарным требованиям.

Особенно актуальна данная проблема для Московского региона, в котором за счет подземных вод удовлетворяется более 93% потребности области в воде хозяйственно-питьевого назначения [Крутова В.З., 1999], причем мощность зоны пресных вод достигает 300 м [Кравчинский Ф. И., 1999]. Несмотря на то, что современное водоснабжение г. Москвы базируется в основном на использовании поверхностных вод (водохранилища), расширение границ столицы требует использования запасов артезианских вод на территориях Новой Москвы и Московского региона.

Естественная радиоактивность природных вод обусловлена, прежде всего, присутствием изотопов радона (222, 220), радия (226, 228, 224), урана (234, 238), К-40, реже – Ро-210 и Рb-210. Техногенная радиоактивность обычно обусловлена присутствием Sr-90 и Cs-137 в поверхностных водах, и намного реже – в грунтовых.

Воду с повышенным содержанием радионуклидов невозможно идентифицировать по органолептическим и затруднительно по физико-химическим показателям, поэтому в работе использовали полупроводниковую и жидкостно-сцинтилляционную спектрометрию с предварительным радиохимическим выделением интересующих радионуклидов.

Материалом работы послужили пробы подземных вод из 25 действующих артезианских скважин Люберецкого р-на Московской области.

В работе рассмотрены пробы подземных вод с суммарной объемной альфа-активностью, превышающей 0.4 Бк/л, с максимальным ее значением 0.97 Бк/л. Максимальное значение суммарной бета-активности составило 0.63 Бк/л. Все представленные образцы потребовали проведения полного радионуклидного анализа, включающего определение Ро-210, Рb-210, Ra-226, 228 и U-234, 238, согласно МУ 2.6.1.1981-05/ МУ 2.6.1. 2719 – 10.

По величине объемной активности Ро-210 образцы распределились следующим образом, (см. Рис. 1): в 5-ти пробах (20%) достоверно превышен уровень вмешательства 0.11 Бк/л в соответствии с Приложением П-2 СанПиН 2.6.1.2523 – 09, (НРБ-99/2009). Четыре образца, (16%), находятся в зоне неопределенности (сумма объемной активности и погрешности превышает величину УВ) и 16 образцов (64%) удовлетворяют требованиям НРБ-99/2009.

**Рис. 1. Распределение исследованных образцов по величине объемной активности Полония-210.**

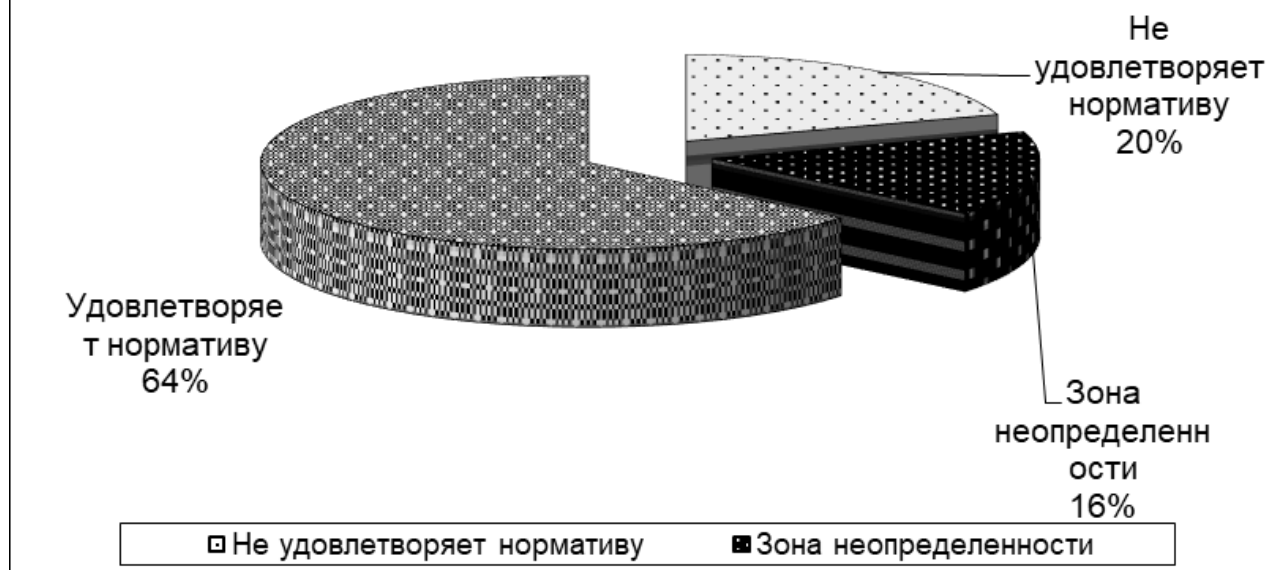


Рис. 1

Объемная активность Рb-210 во всех исследованных пробах не превышает УВ 0.2 Бк/л. (НРБ-99/2009).

По величине объемной активности Ra-226 получили следующую картину, (см. Рис. 2): в 5-ти пробах (20%) достоверно превышен УВ 0.49 Бк/л (НРБ-99/2009). Пять образцов (20%) находятся в зоне неопределенности (см. выше) и 15 образцов (60%) удовлетворяют требованиям НРБ-99/2009.

**Рис. 2. Распределение исследованных проб по величине объемной активности Радия-226**

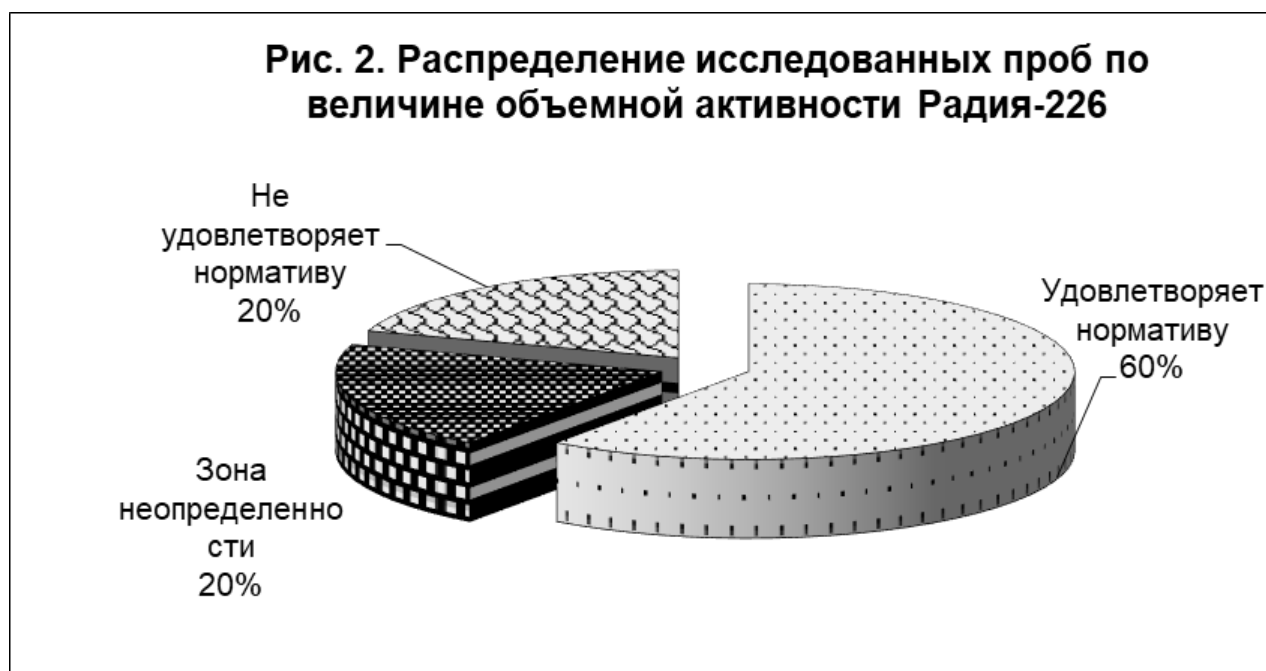


Рис. 2

Объемная активность Ra-228 во всех исследованных пробах не превышает УВ 0.2 Бк/л (НРБ-99/2009).

Превышение УВ изотопов урана (234,238) в соответствии с (НРБ-99/2009) не отмечено ни в одной из исследованных проб; (УВ для U-234 составляет 2.8 Бк/л; для U-238 – 3.0 Бк/л соответственно).



Рис. 3

Следует обратить внимание на изотопное соотношение U-234/U-238, (т.н.  $\gamma$ ), которое указывает на состояние радиоактивного равновесия в ряду радионуклидов, (в данном случае – в ряду U-238).

Разделение генетически связанных изотопов урана идет на контакте твердой и жидкой фаз при их взаимодействии. В результате разделения изотопов радионуклида жидкая фаза обогащается дочерним изотопом, (в нашем случае U-234, который является ядром отдачи и покидает кристаллическую решетку минерала), а твердая испытывает их недостаток [Титаева, 2000]. В итоге для природных вод характерно соотношение U-234/U-238 более 1.

В исследованных пробах изотопное соотношение находится в пределах от 0.57 до 2.0, при среднем значении 1.01. Преобладание проб с нехарактерным изотопным соотношением ( $\leq 1.0$ ) требует дополнительных исследований по радиогеологии данной территории.

В работе [Гудыменко В.А., Сухомудренко А.Г., 2000] для скважин группового водозабора «Чехов» М.о. получено среднее значение  $\gamma$  -1.26.

По данным лаборатории изотопных методов анализа ФГУП ВИМС, по радионуклидному составу природные воды можно разделить на пять основных типов: урановый, уран-радиевый, радиевый, полоний-радиевый и смешанный, в котором присутствуют все указанные изотопы.

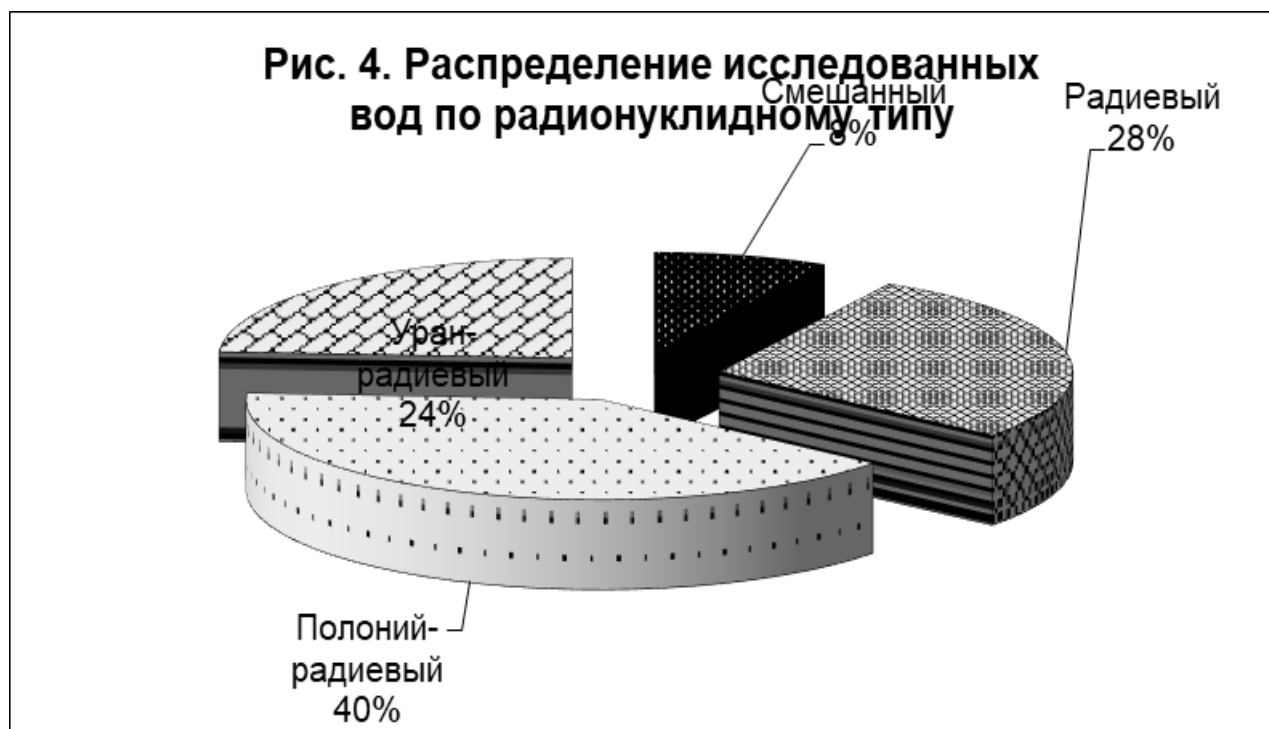


Рис. 4

Исследованные образцы вод по радионуклидному составу распределились следующим образом: 7 проб – радиевый тип (28%); 10 проб – полоний-радиевый тип (40%); 6 проб – уран-радиевый тип (24%) и 2 пробы смешанного типа (см. Рис. 4.).

Т.о., основной вклад в суммарную альфа-активность исследованных проб артезианских вод вносит изотоп радия-226.

1. Бахур А.Е. Радиоактивность природных вод. АНРИ, № 2 (8), 1996/97, с. 32-39.
2. Кравчинский Ф.И. Минерализированные подземные воды в Московской области. Геологический вестник центральных районов России, №4, 1999(9).
3. Крутова В.З. Природные ресурсы Московской области и их состояние. Геологический вестник центральных районов России, №4, 1999(9).
4. Титаева Н.А. Ядерная геохимия. Московский университет, 2000.
5. Гончар Ю.Н., Гудыменко Н.О., Гудыменко В.А. Радиоизотопный состав артезианских вод Юго-Востока Московской области // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие" (Санкт-Петербург, Август 2018). Международная научная конференция "Технические и естественные науки" – СПб.: ГНИИ Нацразвитие, 2018. С.84-87

## Глава 9. ВЛИЯНИЕ ТРОФИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗООБЕНТОСА В МОРЯХ ЕВРАЗИЙСКОГО СЕКТОРА СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА

Иванова Е.Ю.

Лимитирующее влияние на распространение донной фауны в океане оказывает трофический фактор, который выражается в непрерывном, неравномерном обеспечении органическим материалом океанического дна, оказываются изменчивыми для глубоководного донного населения.

Условия питания глубоководного бентоса напрямую зависят от величины первичной продукции (количества исходного органического вещества, путей его проникновения ко дну, условий захоронения и преобразования органического вещества в донных осадках), синтезируемой в верхней продуцирующей зоне, а также от характера рельефа и гидродинамики, влияющих на скорость седиментации [1].

Пищевая принадлежность зообентоса отражена автором на картосхеме изученности с целью проведения оценки распространения гидробионтов. Максимальное количественное распространение наблюдается у представителей хищников, что объясняется практически повсеместным наличием кормовой базы, представленной различными видами животных. Распределение детритофагов приурочено к склонам котловин и внутришельфовым желобам, а также к отдельным территориям прибрежных мелководий. Этому способствуют высокая концентрация органического вещества, осаждающегося в тонкой фракции донных осадков, выстилающих глубоководные области дна. Максимальное поступление биогенных элементов в этих областях связано с зонами дивергенции. Сестонофаги наблюдаются в прибрежных районах, на мелководьях, материковых склонах и склонах котловин. Данный факт объясняется присутствием на этих территориях жестких грунтов и придонных течений, а также высокой скорости седиментации.

Прибрежные части шельфовой зоны Северного Ледовитого океана с распространением жестких грунтов (области ледового разноса, размыва коренных пород дна, сильных придонных течений и активных волновых процессов) населены преимущественно сестонофагами. Центральные части шельфа вплоть до материкового склона отмечены доминированием детритофагов, на отдельных территориях – с незначительным количеством сестонофагов. Материковый склон в центральной части заселен детритофагами, бровка и подножье являются зонами перекрытия сестонофагов и детритофагов, поскольку являются областями сноса песчаной и пелитовой фракций грунта и действия подводных течений [1]. Ложе океанов покрыто тонкозернистыми грунтами и являются областью распространения детритофагов. Подводные возвышенности заселены сестонофагами (распространены преимущественно крупноалевритовые и песчаные грунты, промываемые течениями). Верхние части склонов глубоководных котловин населены преимущественно детритофагами, в меньшей степени сестонофагами, поскольку выстланы мелкозернистыми грунтами и характеризуются низкой степенью седиментации.



Дно котловин, как правило, практически не заселяется, поскольку содержание органического вещества в осадках и придонном слое минимальное. В Северном Ледовитом океане донная фауна не опускается ниже 3500м.

Графическое отражение мест находок зообентоса различной трофической принадлежности представлено на картосхеме изученности донной фауны Северного Ледовитого океана (рис.1).

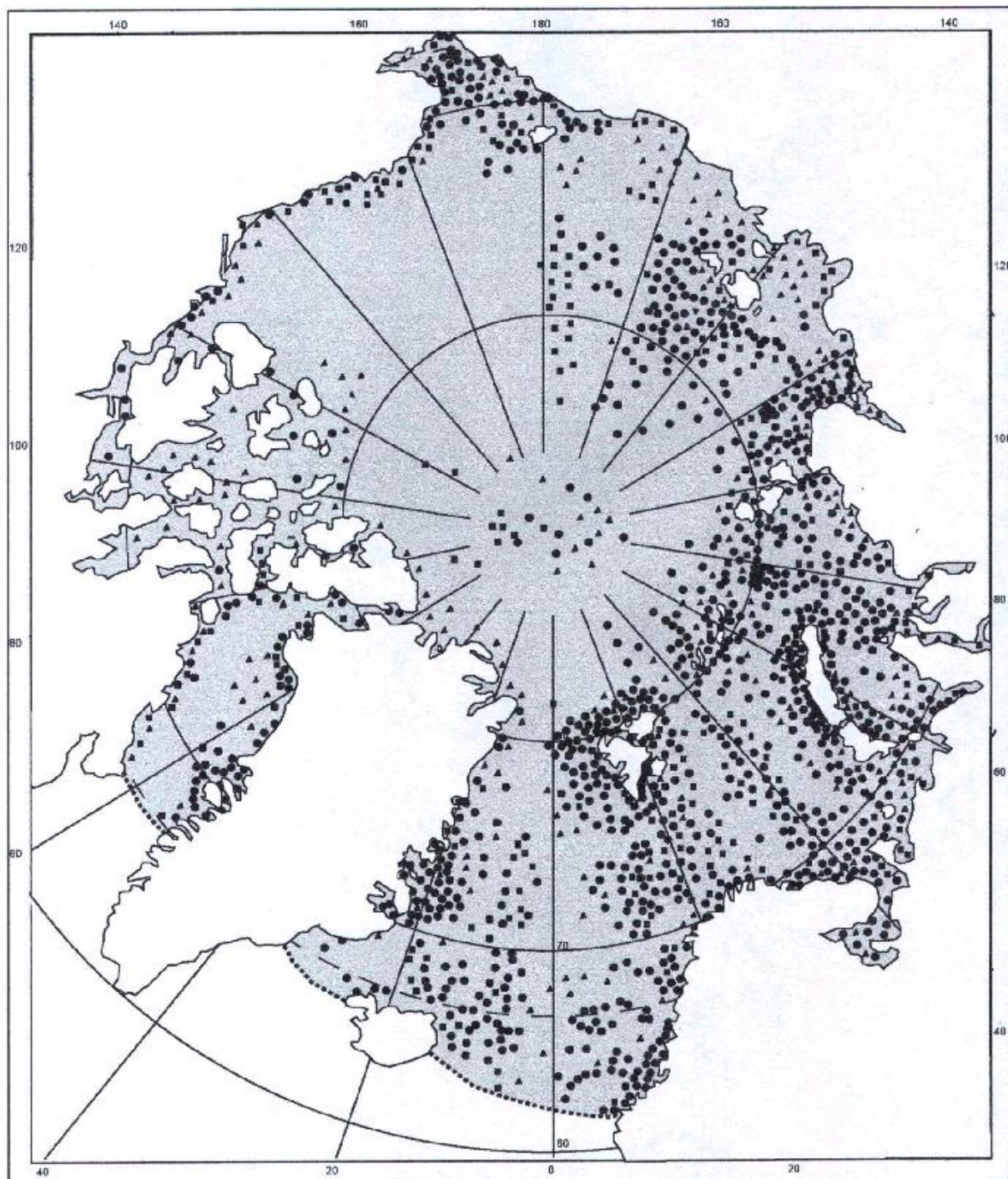


Рис. 1. Изученность зообентоса Северного Ледовитого океана по литературным источникам [выполнена автором].

Условные обозначения: кружочками отражены места находок хищников, квадратами – сестонофагов, треугольниками – детриторифагов.

Представленная картосхема выполнена в графической программе Adobe Illustrator CS4 путем послойного отражения на графической основе (контурной карте) Арктики в масштабе 1:25000000 фактических данных литературных источников по распределению зообентоса.

Информация на картосхеме изученности отражена значковым способом. Точечные объекты показывают охват территории с имеющимися конкретными данными по местонахождению отдельных представителей донной фауны. По имеющимся координатам (описанию) условные обозначения были нанесены на картографическую основу Северного Ледовитого океана. При этом условные знаки являются внемасштабными, поскольку, в большинстве случаев, данные нескольких литературных источников отражались одной точкой [1]. Это объясняется тем, что на мелкомасштабной карте не представляется возможным отразить реальное количество фактических данных значковым способом.

При фиксировании в определенной точке трофической принадлежности каждого из представителей зообентоса использовалось описание способа питания гидробионта (при наличии соответствующих данных), либо использовались комплексные данные по гранулометрическому составу осадков и гидрологическим условиям на конкретный участок.

При этом, в некоторых точках фиксировалась информация из нескольких источников, нередко с различными характеристиками представителей зообентоса. В таких случаях на картосхемах изученности фиксировался доминирующий тип питания в данной точке, а имеющаяся информация использовалась при составлении картосхем распределения биомассы зообентоса по способу питания.

Для установления влияния биотических и абиотических факторов на распределение донной фауны, были составлены сводные таблицы «Геоэкологических условий распределения донной фауны в полярных областях» (табл. 1) и «Руководящих биоценозов донной фауны полярных областей» (табл. 2).

Таблица 1 включает в себя следующие характеристики: тектоника и рельеф дна, химический и гранулометрический состав донных осадков, гидрохимические характеристики водных масс (содержание кислорода, кремния, фосфора и нитратов), ледовый режим океанов. В сумме перечисленные факторы дают комплексную оценку условий обитания донных животных на изучаемых территориях. Из таблицы следует, что в Арктике имеет место широкий шельф, покрытый, преимущественно илистыми грунтами. Осадки в большей степени представлены слабожелезистыми и слабомарганцовистыми фракциями. Придонные водные массы имеют положительную температуру в атлантическом секторе и близкую к нулю в евразийском. Воды повсеместно недонасыщены карбонатами вследствие низкой температуры. Большую часть года наблюдается ледовитость океана.

Таблица 1

Геоэкологические условия существования донной фауны в морях евразийского сектора Северного Ледовитого океана [составлена автором]

| Моря               | Морфология и тектоника (рельеф/тектоника/осадки)  | Воды                  |                  |       |                                |     |    | Ледниковый покров (*-айсберги)    |
|--------------------|---|-----------------------|------------------|-------|--------------------------------|-----|----|-----------------------------------|
|                    |   | Термохалинная структ. |                  |       | Химическая структура (мг-ат/л) |     |    |                                   |
|                    |   | ↓(м)                  | T <sup>0</sup> C | ‰     | O <sub>2</sub>                 | Si  | P  |                                   |
| Баренцево          | Шельфовые моря (60 – 600м). Рельеф ровный, имеет наклон к северу с «вклиниваниями» глубоководных котловин. Северная часть имеет значит. расчлененность. Южная часть шельфа и мелковод. участки заняты песчаной фракцией, прибреж. часть материка и арктич. о-вов представл. крупнообломочной фракцией (абразия + айсберги), центрально-и сев. части морей выстланы алевроит. фракцией с примесью пелитов. Прибрежная зона занята слабожелез. грунтами, центральная – железисто-марганцовист. с выходами железо-марганцевых конкреций, западная – слабоизвест. осадками. Сорг. – более 2% на центральных мелководьях и до 0,5% в северной части шельфа и в южных прибрежных зонах. | 5                     | -1,8             | 33,16 | 0,75                           | 75  | 12 | Восток-окт.- май. *-арктич. о-ва. |
| 100                |   | -1,29                 | 34,55            | 0,70  | 160                            | 22  |    |                                   |
| 400                |   | 1,44                  | 34,94            | 0,65  | 190                            | 21  |    |                                   |
| 2000               |   | -0,67                 | 34,94            | 0,59  | 300                            | 21  |    |                                   |
| Белое              |   |                       |                  |       |                                |     |    | Сентябрь-май                      |
| Карское            |   | 5                     | -1,42            | 32,82 | 0,74                           | 270 | 17 | Окт.-май *-острова.               |
| Лаптевых           |   | 100                   | 0,96             | 34,49 | 0,66                           | 180 | 18 |                                   |
| Восточно-Сибирское |   | 400                   | 0,96             | 34,90 | 0,64                           | 360 | 30 |                                   |
| Чукотское          |   | 2000                  | -0,67            | 34,94 | 0,59                           | 300 | 21 |                                   |
|                    |   | 5                     | -1,68            | 30,87 | 0,79                           | 340 | 33 | Нояб.-июль *-острова.             |
|                    |   | 100                   | -1,45            | 33,31 | 0,53                           | 980 | 42 |                                   |
|                    |   | 400                   | -                | -     | -                              | -   | -  |                                   |
|                    |   | 2000                  | -0,67            | 34,94 | 0,59                           | 300 | 21 |                                   |



Руководящие биоценозы морей евразийского сектора Северного  
Ледовитого океана [составлена автором].

| Моря,<br>области | Сестонофаги   | Детритофаги  | Хищники  |
|------------------|---|--|--|
| Баренцево        | Западное побережье<br>Новой Земли<br>( <i>Eunephthia ruformus</i> ),<br>сев. шельф и<br>материк.склон<br>( <i>Gnathia stygia</i> ),<br>повсеместно на<br>мелководьях ( <i>Astarte<br/>borealis</i> , <i>A. montagui</i> ,<br><i>Masoma calcarea</i> ),<br>прибреж. мелководья<br>на юге ( <i>Bathyarea<br/>glacialis</i> , <i>Cystenides<br/>Hyperborea</i> ) | Юго-западные<br>побережья южного о.<br>Новой Земли<br>( <i>Portlandia arctica</i> ),<br>Скандинавское<br>мелководье,<br>Центральное<br>мелководье и<br>прибрежные зоны<br>( <i>Mesidotea sabini<br/>sabini</i> )   | Центральные<br>мелководья, о-ва ЗФИ<br>( <i>Leasterias panopla</i> ),<br>побер. мелководья<br>Скандинавского п-ова,<br>прибреж. мелководья на<br>юге ( <i>Solaster endeca</i> )  |
| Карское          | Южные мелководья<br>( <i>Onisime plautus</i> ), сев.<br>шельф, материковый<br>склон ( <i>Eucore hanseni</i> ,<br><i>Katinira chelifera</i> ), зап.<br>склоны<br>Новоземельского<br>желоба ( <i>Polimetra<br/>glorixa</i> , <i>Elpidia<br/>glacialis</i> )   | Прибрежные районы<br>на юге, Центральные<br>мелководья, вост.<br>побер. северного о.<br>Новая Земля<br>( <i>Portlandia arctica</i> ),<br>Байдарацкая губа,<br>Приамальское<br>мелководье<br>( <i>Mesidotea sabini<br/>sabini</i> )<br>Обская губа, южные<br>заливы ( <i>Astarte<br/>borealis</i> ) | Центральные<br>мелководья<br>( <i>Urasterias panopla</i> ,<br><i>Ophiocten sericeum</i> ),<br>мелководья Гыданского<br>залива, север шельфа<br>( <i>Urasterias lincki</i> )<br>север Байдарацкой губы<br>( <i>Ophiocten borealis</i> ), зап.<br>и вост. склоны Новозем.<br>желоба ( <i>Ophiopleura<br/>borealis</i> , <i>Elpidia glacialis</i> ) |
| Лаптевых         | Центральные<br>мелководья<br>( <i>Alcyonidium<br/>disciforma</i> , <i>Eucratea<br/>loricata</i> , <i>Perigonimus<br/>yoldia arctica</i> )   | Южные прибрежные<br>мелководья<br>( <i>Mesidotea entomon<br/>glacialis</i> , <i>Skoloplos<br/>armiger</i> , <i>Nicimache<br/>lumbrialis</i> , <i>Maldane<br/>sarsi</i> )<br>вост. Северной<br>Земли, восточные<br>мелководья<br>( <i>Mesidotea sabini<br/>sabini</i> )                             |  |

| Моря, области        | Сестонофаги  | Детритофаги   | Хищники  |
|----------------------|--|---|--|
| Восточно – Сибирское | Северный шельф и материковый склон ( <i>Eucore hanseni</i> )   | Запад., юго-зап. и вост. мелководья вокруг Новосиб. о-вов ( <i>Portlandia arctica</i> , <i>Mesidotea entomon glacialis</i> , <i>M. sabini sabini</i> ), центр. и южные мелководья ( <i>Mesidotea entomon</i> , <i>M. sibirica</i> , <i>M. sabini</i> , <i>M. sabini var. robusta</i> )                  |  |
| Чукотское            | Южные части, прибрежные зоны ( <i>Onimis turgidus</i> , <i>O. lautus</i> ) вост. о. Врангеля ( <i>Onimis derjigini</i> ), центральные мелководья и побережья Аляски ( <i>Eunephtya rubiformis</i> )  |   | Повсеместно ( <i>Chionoecets opiolo</i> )  |
| Белое                | Севернее Соловецких о-вов, центральные мелководья Бассейна, запад. склоны Кандалакшского желоба ( <i>Astarte montagui</i> , <i>A. borealis</i> ), Кандалакшский залив ( <i>Mytilus edalis</i> ) центр. мелководья Онежского залива ( <i>Elpidium incertum</i> , <i>E. seminium</i> ) | Двинский залив, Мезенская губа ( <i>Mesidotea sabini sabini</i> ), повсеместно в центральной части ( <i>Portlandia arctica</i> , <i>Leda pernula</i> , <i>Asnarte lincki</i> ), центр. часть двинского залива ( <i>Portlandia arctica</i> , <i>Yoldia hyperborean</i> , <i>Pectinaria hyperborean</i> ) | Повсеместно в Бассейне ( <i>Solaster endeca</i> , <i>Asterias lincki</i> , <i>Ophiopolis aculeate</i> , <i>Ophiura sarsi</i> ) |

В таблице 2 дается характеристика фаунистическому разнообразию в полярных областях на видовом уровне. Из таблицы следует, что наибольшее разнообразие и широкое распространение в евразийском секторе Северного Ледовитого океана имеют представители моллюсков (брюхоногие и двустворчатые), ракообразных, многощетинковых червей и иглокожих. Перечень руководящих биоценозов актуализирован с включением материалов исследований за период с 2010 по 2021 гг.

Таким образом, распределение детритофагов в морях евразийского сектора Северного Ледовитого океана приурочено внутришельфовым желобам и отдельным территориям прибрежных мелководий. Этому способствуют высокая концентрация органического вещества, осаждающегося в тонкой фракции донных осадков, выстилающих глубоководные области дна [2]. Максимальное поступление биогенных элементов в этих областях связано с зонами конвергенции.

Повышенные концентрации детритофагов приурочены также к западной части Карского и восточной части Баренцева морей, представляющий собой «пятно» вокруг о.Новая Земля, а также прибрежным районам евразийского шельфа. Этот факт объясняется повышенным содержанием органического вещества в донных осадках, наличием илистой фракции и слабой придонной циркуляцией водных масс. Данные выводы подтверждаются исследованиями 2016-2021 гг. в этих областях [3,4].

Сестонофаги наблюдаются в прибрежных районах, на мелководьях и материковых склонах. Данный факт объясняется присутствием на этих территориях жестких грунтов и придонных течений, а также высокой скорости седиментации, что подтверждают результаты последних исследований на указанных территориях [5,6]. Такое распределение связано с расположением мелководных участков в центральных частях морей, покрытых песчаной фракцией грунта в сочетании с активными гидродинамическими процессами, имеющими место в этих зонах. Здесь на отдельных территориях увеличивается примесь грубообломочной фракции ледового разноса, мутьевыми потоками вследствие речного стока и абразии.

Распределение хищников в Северном Ледовитом океане зависит от наличия кормовой базы, которую составляют сестонофаги и детритофаги, вследствие чего хищники имеют практически повсеместное распространение.

## **Выводы**

Широкое распространение хищников в морях евразийского сектора арктического океана объясняется практически повсеместным наличием кормовой базы (сестонофагов и детритофагов).

Распределение детритофагов приурочено к склонам котловин, внутришельфовым желобам и прибрежным мелководьям, характеризующихся тонкодисперсными фракциями грунтов и высокой концентрацией захороненного органического вещества.

Местонахождение сестонофагов приурочено к прибрежным районам, мелководьям, материковым склонам и склонам котловин с наличием крупнодисперсного осадочного материала, сильных придонных течений и высокой скорости седиментации.

---

1. Иванова Е.Ю. К вопросу об изученности распределения пищевых группировок зообентоса в полярных областях мирового океана// «Тенденции развития науки и образования». Апрель 2021 г. № 72, Часть 2 [Электронный ресурс] Изд. НИЦ «Л-Журнал», 2021, с.87 – 91.

2. Кириевская Д. В. Зообентос Чукотского моря: современное состояние и тенденции антропогенной нагрузки // Принципы экологии. 2017. № 2. С. 15–27.
3. Семин В.Л., Зимина О.Л. Распределение полихет на шельфе моря Лаптевых и новосибирском мелководье и его связь с абиотическими факторами// Океанология, 2020, том 60, № 3, с. 364–380.
4. Флинт М.В., Поярков С.Г. и др. Экосистемы морей Сибирской Арктики. 69-й рейс НИС “Академик Мстислав Келдыш” // Океанология. 2018. Т. 58. № 2. С. 331–333.
5. Флинт М.В., Поярков С.Г. и др. Экосистемы морей сибирской арктики – 2019: Весенние процессы в Карском море (76-й рейс научно-исследовательского судна “Академик Мстислав Келдыш”)// Океанология, 2020, том 60, № 1, с. 154–157.
6. Флинт М.В., Поярков С.Г. и др. Экосистемы морей сибирской арктики – 2020: Карское море (81-й рейс научно-исследовательского судна “Академик Мстислав Келдыш”)// Океанология, 2021, Т. 61, № 2, стр. 330-333.
7. Иванова Е.Ю. Влияние трофического фактора на распределение зообентоса в морях евразийского сектора Северного Ледовитого океана // Тенденции развития науки и глобальные вызовы: сборник статей зарубежной международной научной конференции (Манагуа (Никарагуа), Октябрь 2022) – СПб.: ГНИИ Нацразвитие, 2022.

#### References

1. Ivanova E.Yu. On the study of the distribution of food groups of zoobenthos in the polar regions of the world ocean // "Trends in the development of science and education." April 2021, No. 72, Part 2 [Electronic resource] Ed. Research Center "L-Journal", 2021, p.87 – 91.
2. Kirievskaya DV Zoobenthos of the Chukchi Sea: current state and trends of anthropogenic load // Principles of ecology. 2017. No. 2. P. 15–27.
3. Semin V.L., Zimina O.L. Distribution of polychaetes on the shelf of the Laptev Sea and Novosibirsk shallow water and its relationship with abiotic factors // Oceanology, 2020, vol. 60, no. 3, p. 364-380.
4. Flint M.V., Poyarkov S.G. and other Ecosystems of the seas of the Siberian Arctic. The 69th cruise of the R / V “Akademik Mstislav Keldysh” // Oceanology. 2018.Vol. 58. No. 2. P. 331–333.
5. Flint M.V., Poyarkov S.G. and others. Ecosystems of the Siberian Arctic Seas – 2019: Spring processes in the Kara Sea (76th voyage of the research vessel “Akademik Mstislav Keldysh”) // Oceanology, 2020, volume 60, no. 1, p. 154-157.
6. Flint M.V., Poyarkov S.G. and others. Ecosystems of the Siberian Arctic Seas – 2020: Kara Sea (81st voyage of the research vessel “Akademik Mstislav Keldysh”) // Oceanology, 2021, T. 61, No. 2, pp. 330-333.

## Глава 10. МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ВОДЫ РЕК БАССЕЙНА Р. ТЕРЕК

Атабиева Ф.А., Отарова А.С.

Основной вопрос, рассматриваемый в данной статье – это минерализация воды рек бассейна р.Терек. Объектом изучения являются реки Малка, Баксан, Черек, Урух, Терек, Чегем, в среднем и нижнем течении.

Данные получены при проведении полевых работ в бассейне р.Терек, в 2021 году. Реки Малка, Баксан, Черек, Урух Чегем являются наиболее значительными притоками р.Терек. Истоки указанных рек, расположены в ледниках Главного Кавказского и Бокового хребтов. У истоков в летний период эти реки имеют ледниковое питание, вниз по течению тип питания рек меняется. В соответствии с высотной зональностью на реке Терек выделяются области питания, транзита и потерь речного стока. Они расположены в горной, предгорной и равнинной зонах соответственно. По характеру ландшафта, в котором протекают реки, различаются три типа рек: горные, реки предгорий и равнинные. Горные реки имеют большую скорость течения, бурлят, пенятся. Истоки их расположены высоко в горах. Местность, по которой они текут, имеет большой уклон. Как правило, горные реки текут в узких скалистых долинах с крутыми склонами. Обычно русла горных рек, в отличие от равнинных, занимают все дно долины, т.е. не имеют пойм. Предгорные и равнинные реки отличаются медленным течением. Истоки равнинных рек находятся на небольшой высоте, а местность, по которой они текут, имеет малый уклон. Долины равнинных рек широкие, склоны их покатые, и относительная высота их не превышает нескольких десятков метров. Одна и та же река по мере изменения своего направления по отношению к хребтам или при прохождении в различных рельефных и геологических условиях может иметь участки, характерные для равнинной, предгорной или горной реки. Характерный пример – названные выше реки.

Измерения минерализации воды указанных рек проводили на предгорных и равнинных участках рек (среднем и нижнем течении). Высота водосборов в среднем течении составляет 700 м над уровнем моря, в нижнем течении – 200 м. Пункты отбора проб воды приведены в таблице 1. Измерение минерализации проводили с использованием портативного кондуктометра HANNA (HI 991300).

В среднем течении рек значительно увеличивается водность за счет впадения крупных притоков, уменьшаются уклон и скорости течения, ослабевают эрозионная деятельность потока, река переносит в своих водах большое количество обломочного материала, поступающего сверху.

В нижнем течении наблюдается затухание эрозионной деятельности рек, меньшим становится уклон, происходит расширение русла. Из-за уменьшения уклона в нижнем течении некоторых рек происходит интенсивное отложение продуктов размыва, приносимых рекой, что способствует дроблению русла на отдельные рукава и протоки.

Формирование стока изучаемых рек происходит преимущественно в горной зоне, характеризующейся развитием оледенения, большим количеством

осадков и малым испарением. Зимой осадки выпадают в виде снега, происходит накопление воды в снежном покрове. Питание рек в этот период осуществляется за счет подземных вод. В теплый период года формирование стока происходит за счет талых и дождевых вод, часть из которых поступает в реки подземным путем. Дождевое питание рек незначительно и с высотой уменьшается. На весенне-летний период приходится около 70% годового стока. Наибольшая водность наблюдается в июле-августе, наименьшая – в феврале [1,2]

Таблица 1

Перечень пунктов наблюдения, 2021 год

| Водный объект    | Расстояние от истока, км | Пункт отбора        | Местоположение створа |
|------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|
| 1                | 2                        | 3                   | 4                     |
| <b>р. Малка</b>  | 100                      | с. Малка            | 5 км выше села        |
|                  | 190                      | г. Прохладный       | 4 км ниже города      |
| <b>р. Баксан</b> | 100                      | с. Исламей          | мыс Кызбурун          |
|                  | 169                      | г. Прохладный       | ж/д мост              |
| <b>р. Чегем</b>  | 70                       | с. Лечинкай         | Напротив села         |
|                  | 87                       | г. Чегем-2          | Ниже города           |
| <b>р. Черек</b>  | 54                       | г. Кашхатау         | до села               |
|                  | 112                      | п. Октябрьский      | напротив села         |
| <b>Р.Урух</b>    | 76                       | с. Урух             | 0,5 км от трассы      |
|                  | 105                      | ст. Александровская | в лесу                |
| <b>Р.Терек</b>   | 151                      | с. Эльхотово        | 1 км выше             |
|                  | 230                      | с. Хамидие          | напротив села         |

В 2021 году, как обычно, наибольшие расходы воды фиксировали в основном в период летнего половодья, наименьшие – в период зимней межени. Осадков в зимний период 2021 года было мало, снежный покров по территории был распределен неравномерно и стабильно наблюдался только в горах. В основном погода была ясная, солнечная. В период отбора проб воды в зимнюю межень температура воды рек варьировала от +7,1°С до +15,5°С. В летний период температура воды рек изменялась от +10,0°С до +28,7°С.

Знание минерализации воды рек имеет определенное значение для понимания геохимических процессов, происходящих на водосборах рек (зная минерализацию можно определить интенсивность миграции микроэлементов, имея значения расходов воды, определить ионный сток рек).

В среднем течении максимальное значение минерализации зафиксировано в воде р. Черек в зимнюю межень (428мг/дм<sup>3</sup>), в нижнем течении максимальное значение минерализации наблюдается также в воде р.Черек (351мг/дм<sup>3</sup>) в зимнюю межень (рис.1). Минимальные значения в

среднем течении наблюдаются в р.Урух, в летнее половодье ( $74\text{мг/дм}^3$ ). При переходе рек на грунтовое питание, т.е. в период наименьших расходов (рис.1,2), резко возрастает минерализация. В летнее половодье вода рек разбавляется талыми ледниковыми водами, и минерализация рек значительно понижается. Например, в среднем течении р.Черек в зимнюю межень минерализация составляет  $428\text{мг/дм}^3$ , в летнее половодье  $97\text{мг/дм}^3$ ; в нижнем течении в зимнюю межень минерализация  $351\text{мг/дм}^3$  в летнее половодье  $125\text{мг/дм}^3$ .

По значениям минерализации воды рек в среднем течении можно составить следующие ряды:

Черек (428) > Малка (381) > Баксан (347) > Терек (247) > Чегем (196) > Урух (149) – зимняя межень;

Малка (189) > Терек (186) > Баксан (101) > Черек (97) > Чегем (87) > Урух (74) – летнее половодье.

В нижнем течении рек наблюдаются следующие ряды:

Черек (351) > Баксан (337) > Малка (332) > Терек (255) > Чегем (202) > Урух (200) – зимняя межень;

Урух (157) > Терек (145) > Черек (125) > Баксан (116) > Малка (115) > Чегем (84) – летнее половодье.

Как видно из составленных рядов и рис.1,2, диапазон изменчивости минерализации воды рек в среднем и нижнем течении составляет  $74-428$ ,  $84-351\text{мг/дм}^3$  соответственно, т.е. изменчивость минерализации в среднем течении выше.

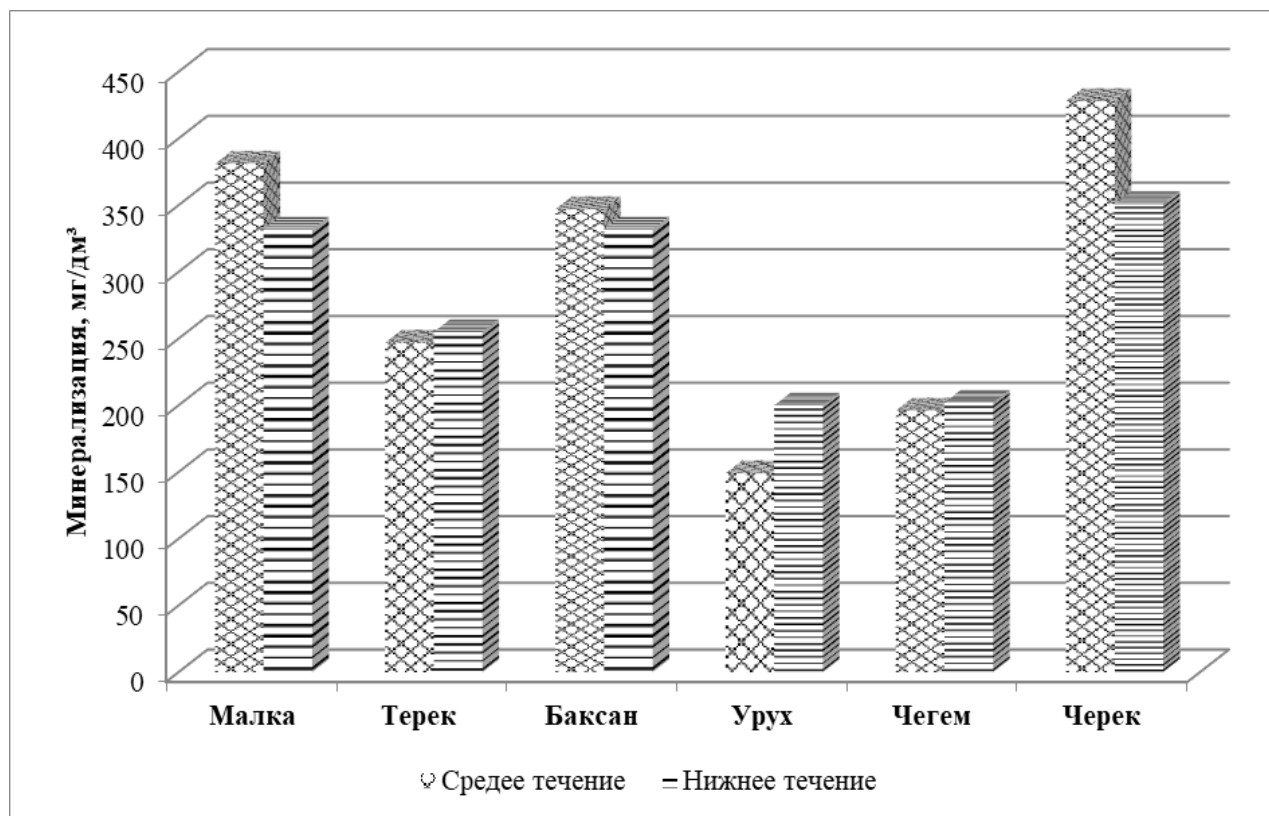


Рисунок 1. Минерализация воды рек в среднем и нижнем течении в зимнюю межень.



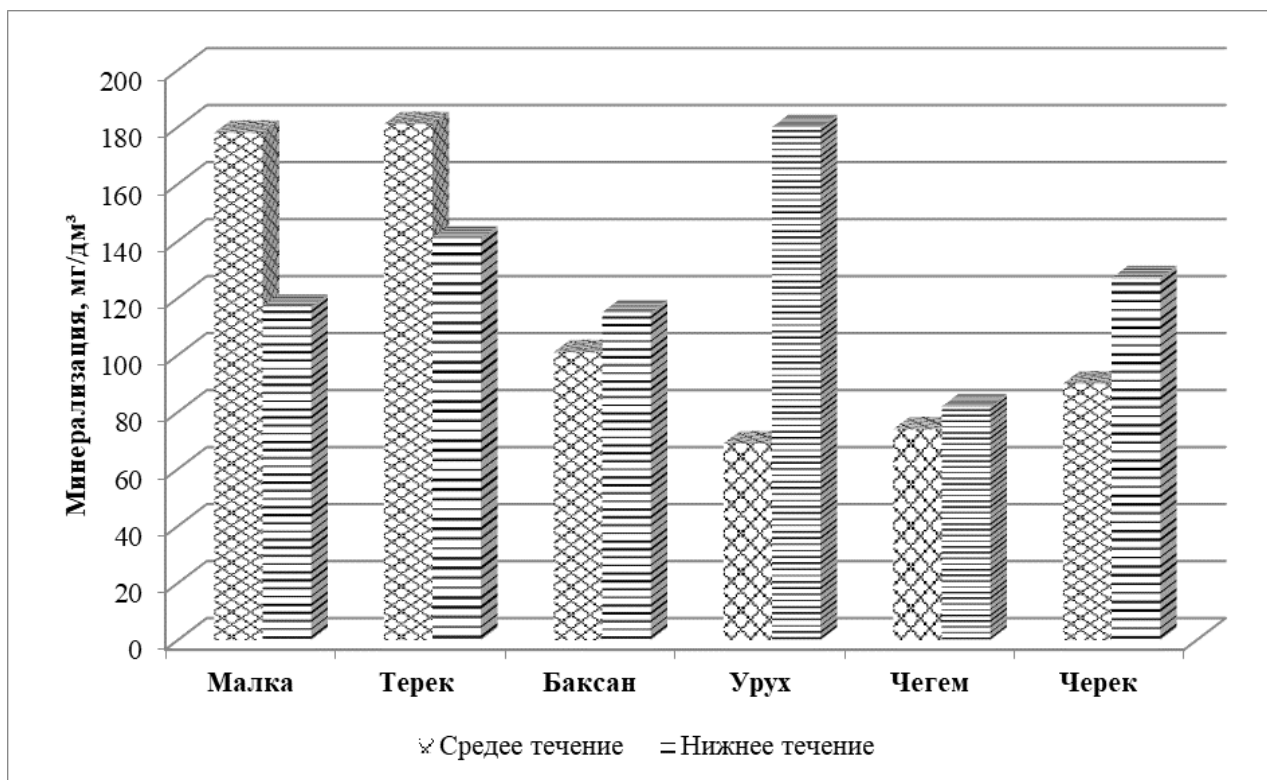


Рисунок 2. Минерализация воды рек в среднем и нижнем течении в летнее половодье.

Так как формирование минерализации поверхностных вод в значительной мере происходит под воздействием почв водосбора, которые активно участвуют в формировании поверхностно-склонового стока, очевидно, что в среднем течении склоновые процессы в летний период оказывают значительное влияние на минерализацию. Как видно из полученных данных, реки Малка и Баксан, впадающие в реку Терек в его среднем течении, оказывают значительное влияние на изменение величины её минерализации в летнее половодье. Таким образом, каждая река характеризуется присущей ей минерализацией, выраженной в предельных минимальных и максимальных числах.

1. Панов В.Д., Базелюк А.А, Лурье П.М. Река Терек: Гидрография и режим стока. – Ростов-на-Дону: Донской издательский дом, 2015. – 606 с.

2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 8. Северный Кавказ. – Л.: ГМИ, 1973.

3. Атабиева Ф.А., Отарова А.С. Минерализация воды рек бассейна р. Терек // Теоретические основы и практическое применение инновационных исследований: сборник статей международной научной конференции (Москва, Ноябрь 2022) – СПб.: ГНИИ Нацразвитие, 2022.

## Глава 11. СТРУКТУРА И СОСТОЯНИЕ ПРИБРЕЖНОЙ ЗАЩИТНОЙ ПОЛОСЫ Р. НЕВЫ В ГРАНИЦАХ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Потапова Е.В., Соколова О.Е.

Нева – это река протекающая по северной столице РФ г. Санкт-Петербургу, её длина 74 км, и из них 32 км проходят по территории города. Начало она берет в известном Ладожском озере и является его единственным стоком, а заканчивается в Финском заливе, рядом с Невской губой [1].

В крупных развивающихся городах изменения происходят очень быстро: ведется интенсивное строительство, как жилых комплексов и автомагистралей, так и крупных промышленных и торговых зон, в связи с чем, под эксплуатацию вводится все большее число территорий. Из-за высокой рыночной стоимости городских земель, застраивать периферию становится невыгодно, поэтому под эксплуатацию попадают свободные земельные участки центра. А из-за недостатка организованных рекреационных зон внутри города, населением широко практикуется стихийный неконтролируемый отдых, приводящий к деградации территории. С такой целью используют и берега рек, как следствие – рекреационная нагрузка на эти территории бывает чрезмерна. Из-за наездов автомобилей наблюдается изреживание травянистой и повреждение древесной и кустарниковой растительности. Пребывание людей на берегах рек ведет к образованию несанкционированных мест складирования мусора вблизи водоемов и их непосредственному загрязнению.

Качество вод Невы, в основном, определяется содержанием в воде тяжёлых металлов: меди, цинк и марганца, а также высоким содержанием органических веществ. Все наибольшие для Невы значения концентраций загрязняющих веществ и показателей качества вод были отмечены, в основном, в створах Невы, расположенных ниже впадения в неё загрязняющих притоков.

Всего 6 створов:

- № 1: 0,5 км ниже впадения р. Тосна – нарушения отмечены по 8 показателям: ХПК (1,3-4,3 нормы); меди (1,2-4,1 ПДК); железа общего (1,19,2 ПДК); цинка (1,3-1,7 ПДК); марганца (1,3-4,8 ПДК); свинца (1,03-1,7 ПДК). Вода характеризуется как загрязнённая, 3 класс разряд «А».

- № 2: 0,5 км ниже впадения р. Ижора – нарушения отмечены по 6 показателям: ХПК (1,07-2,7 нормы); меди (1,1-18 ПДК); железа общего (1,2-4,9 ПДК); цинка (1,3-3,1 ПДК); марганца (4,3-4,7 ПДК). В 2014 году вода в данном створе характеризуется как загрязнённая, 3 класс разряд «А».

- № 3: 0,5 км ниже впадения р. Славянка – в 2014 году было отобрано 42 пробы. Комплексная оценка степени загрязнённости воды проведена для створа в целом. Нарушения нормативов отмечено по 8 показателям: ХПК (1,1-2,2 нормы); железа общего (1,1-3,0 ПДК); цинка (1,1-5,2 ПДК); марганца (1,1-2,2 нормы); азота нитритного (1,7-3,4 ПДК); свинца (1,02-1,7 ПДК); никеля (1,2-2,2 ПДК). Вода характеризуется как загрязненная 3 класс, разряд «А».

- № 4: 0,5 км ниже впадения р. Охта – нарушение нормативов отмечено по 5 показателям: ХПК (1,07-1,8 нормы); меди (1,1-5,5 ПДК); железа общего

(1,1-7,6 ПДК); марганца (1,7-19,3 ПДК); цинка (1,1-2,0 ПДК). Вода характеризуется как загрязненная 3 класс, разряд «А».

- № 5: 0,1 км выше Литейного моста – нарушение показателей отмечено по 5 показателям: ХПК (1,3-1,7 нормы); меди (1,3-3,9 ПДК); железа общего (1,1-3,2 ПДК); марганца (1,2-5,7 ПДК); цинка (1,1-3,3 ПДК). В 2014 году вода характеризуется как слабо загрязнённая, 2 класс.

- № 6: 1,4 км выше устья – нарушение нормативов отмечено по 7 показателям: ХПК (1,1-1,7 нормы); меди (1,3-3,2 ПДК); железа общего (1,2 – 3,9 ПДК); цинка (1,1-2,5 ПДК); БПК<sub>5</sub> (1,05-1,1 нормы); марганца (3,0 – 4,6 ПДК). Превысившее ПДК значение нефтепродуктов (1,6 ПДК) наблюдалось в одной пробе. В 2014 г. вода характеризуется как загрязнённая, 3 класс разряд «А» [2].

Водоохранная зона рек относится к озеленённым территориям специального назначения. Её основная экологическая роль регулирование поверхностного стока, смыва различных загрязнений с окружающей территории. Выполнение этой задачи возможно лишь при сохранении определённой, частично регламентируемой структуры, занятостью насаждениями.

Для исследования современного состояния прибрежной защитной полосы водоохраной зоны р. Невы использовались материалы, полученные в ходе полевых работ лета 2015 г. и данные дистанционного зондирования территории с применением программы Google Earth (таблица 1). Для определения компонентно-организационной структуры использовалась авторская методика [3] с выделением следующих категорий участков непосредственно на месте и по спутниковому снимку:

1. с искусственным покрытием (более 70 %) – участки заасфальтированные, забетонированные, оформленные камнем и т.д.;
2. заболоченный – различной степени заболоченности участки, со специфичной растительностью;
3. недоступный – находящиеся за ограждением, таких участков, согласно законодательству РФ, на водных объектах быть не должно;
4. оголённый – участки, на которых древесно-кустарниковая растительность отсутствует, а травянистая составляет менее 10 %;
5. растительная группировка, возможно с отдельным выявлением участков, покрытых разной долей трав, деревьев и кустарников.

Таблица 1

Объем собранных материалов по результатам проведенных исследований

| Название реки | Протяженность исследованной зоны, м | Площадь, км <sup>2</sup> | Количество выделенных участков |
|---------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| Большая Нева  | 34448                               | 6,9                      | 45                             |

Нормативная ширина водоохраной зоны реки Невы равна 200 м. В пределах г. Санкт-Петербурга исследована территория водоохраной зоны реки протяженностью 18 км вдоль правого берега и 16,4 км вдоль левого берега. Всего при изучении структуры территории выделено 45 участков различных категорий: 19 на правом и 26 на левом берегу реки (таблица 2).

Структура береговой полосы реки имеет свою специфику. Так, большую часть составляют участки с искусственным покрытием – 65 %, это оформленные набережные и заасфальтированные автомобильные дороги. На долю недоступных участков приходится 18 %, к ним относятся исключительно промышленные зоны и речные порты. Оголенный участок, который составляет 3%, представлен территорией, образовавшейся в результате проведения строительных работ.

Таблица 2

Структура водоохраной зоны р. Невы

| Объект       | Длина изученной территории, м | Количественные показатели участков по категориям |                   |                 |                                |
|--------------|-------------------------------|--|-------------------|-----------------|--------------------------------|
|              |                               | С искусственным покрытием шт./м                  | Недоступный шт./м | Оголенный шт./м | Растительная группировка шт./м |
| Правый берег | 18013                         | 9/14578  | 7/2620            | 0/0             | 3/815                          |
| Левый берег  | 16435                         | 3/7833   | 7/3573            | 1/1147          | 15/3882                        |
| Итого Нева   | 34448                         | 12/22411   | 14/6193           | 1/1147          | 18/4697                        |

В ходе работы, по полевым материалам и данным дистанционного зондирования, была исследована на предмет структуры и состояния прибрежная защитная полоса водоохраной зоны р. Невы в границах города Санкт-Петербург. Общая протяженность изученной территории объектов составляет 34448 м. Площадь – 6,9 км<sup>2</sup>.

Основным компонентом организации прибрежной территории для р. Невы, по количеству являются участки, занятые растительной группировкой различного состава, но по протяженности – участки приходится с искусственным покрытием, отсутствие живого напочвенного покрова, оголенные участки отмечаются на незначительной территории, заболоченных – нет.

1. Государственный водный реестр [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sur-base.ru>

2. Доклад «Об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2014 году» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://gov.spb.ru>

3. Потапова Е.В. Общая экология. В 3 ч. Ч. 2. Методы полевых исследований: учебное пособие / Е.В. Потапова // . – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2015. – 155 с.

4. Потапова Е.В., Соколова О.Е. Структура и состояние прибрежной защитной полосы р. НЕВЫ в границах г. Санкт-Петербурга // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие" (Санкт-Петербург, Ноябрь 2019). Международная научная конференция "Высокие технологии и инновации в науке" – СПб.: ГНИИ Нацразвитие, 2019. С.53-56

## Глава 12. НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ РЕГЛАМЕНТАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОХРАНЫ ВОДЫ РОДНИКОВ

Гиндуллина К.Р., Яппарова Э.Н.

Вода – важнейший ресурс и источник всего живого на Земле. На сегодняшний день население Земли растёт бурными темпами, соответственно увеличивается объем водопотребления. В последние годы в результате сильного антропогенного воздействия химический состав поверхностных и подземных вод заметно изменился. Охрана и контроль качества питьевой воды, в том числе воды родников, играет важную роль для гарантии благоприятных условий проживания и безопасности здоровья людей.

В силу статей 5 и 8 Водного Кодекса РФ родники являются поверхностными водными объектами и не относятся к объектам, которые могут усваиваться в собственность физических и юридических лиц. При этом родники не включены в государственный водный реестр. Согласно Кодексу водные отношения регулируются также указами Президента РФ, при этом не должны противоречить настоящему Кодексу, и другими ФЗ, так же правительство РФ издает нормативные правовые акты, регулирующие водные отношения, в пределах полномочий, определенных настоящим Кодексом, другими ФЗ, а также указами Президента РФ [1]. Согласно статьям 55, 24–27 ВК охрана водных объектов, находящихся в федеральной собственности, собственности субъектов РФ, собственности муниципальных образований, осуществляется исполнительными органами государственной власти или органами местного самоуправления, т.е. они организуют и осуществляют государственный мониторинг водных объектов; утверждают порядок подготовки и утверждения решения о предоставлении водного объекта в пользование, определяют порядок утверждения НДС на водные объекты, устанавливают порядок осуществления государственного надзора в области использования и охраны водных объектов, правил употребления водных объектов общего пользования, расположенных на местностях муниципальных образований, для личных и бытовых нужд [1].

Так же ВК РФ устанавливаются водоохранные зоны, к которым относятся территории, которые примыкают к береговой линии рек, ручьев и т.д. В границах водоохранных зон вводятся прибрежные защитные полосы, на территориях которых вводятся добавочные ограничения. Ширина водоохранной зоны ручьев устанавливается от их истока и зависит от протяженности. Для ручья протяженностью менее 10 километров от истока до устья водоохранная зона совпадает с прибрежной защитной полосой. Радиус водоохранной зоны для истоков ручья устанавливается в размере 50 метров [1].

В границах водоохранных зон запрещаются: использование канализационных вод для удобрения почв; размещение кладбищ, скотомогильников, мест захоронения отходов производства и потребления, вредных веществ; осуществление авиационных мер по борьбе с вредителями и болезнями растений; движение и стоянка транспортных средств (кроме специальных транспортных средств при определенных условиях) [1].

В соответствии с ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" за качеством питьевой воды следит государственный санитарно-эпидемиологический надзор и производственный контроль. Документ СанПиН 2.1.4.1074-01 устанавливает гигиенические требования, нормативы качества питьевой воды. Согласно документу вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу, обладать благоприятными органолептическими свойствами, при этом качество питьевой воды должно соответствовать гигиеническим нормативам – предельно допустимым концентрациям (ПДК) химических веществ. Отбор проб воды для анализа проводят в соответствии с требованиями государственных стандартов. [3].

Документ СанПиН 2.1.5.980-00. 2.1.5 ст. 40. Федерального закона № 7-ФЗ от 10.01.2002г. «Об охране окружающей среды» регламентируют работу по охране поверхностных вод. Они представляют гигиенические требования к качеству воды водных объектов в пунктах питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования и регулирует деятельность хозяйственных и других объектов, способных оказать влияние на состояние поверхностных вод. Главная цель этих документов – предотвращение и устранение загрязнения поверхностных вод, которое может повлечь ухудшения здоровья населения, а также к падению условий водопользования населения [3,4,6].

В соответствии со ст. 14-16. Федерального закона № 7-ФЗ от 10.01.2002г. «Об охране окружающей среды» установлены лимиты на загрязнение водных объектов и установление платы за негативное воздействие на окружающую среду. Этот закон является одним из методов экономического регулирования в области охраны окружающей среды [6].

Регулируются наказания за правонарушения ВК, СанПиН 2.1.4.1074-01, СанПиН 2.1.5.980-00. 2.1.5 Кодексом РФ об административных правонарушениях и УК РФ. Чаще всего карается штрафами, а в некоторых случаях может грозить виновным уголовной ответственностью. Согласно статьи 250 УК РФ правонарушители наказываются так же штрафом в размере до восьмидесяти тысяч рублей или в размере заработной платы, либо лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до 5 лет, либо обязательными работами на срок до 360 часов, либо исправительными работами на срок до одного года, либо арестом на срок до трех месяцев. Те же деяния, повлекшие причинение вреда здоровью человека или массовую гибель животных наказываются штрафом в размере до 200 тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до 18 месяцев, либо обязательными работами на срок до



480 часов, либо исправительными работами на срок до двух лет, либо принудительными работами на срок до двух лет, либо лишением свободы на тот же срок [2,5].

---

1. Водный Кодекс Российской Федерации от 03 июня 2006 года № 74-ФЗ М.: Проспект, 2019. – 48 с.

2. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях" от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 27.12.2019. М.: Норматика, 2018. – 480 с.

3. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения Консультант Плюс. – - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/document/> – 06.01.2020

4. СанПин 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод санитарные правила и нормы [Электронный ресурс] / Библ-ка СибГТУ. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> – 06.01.2020 г.

5. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 N 63-ФЗ (ред. от 27.12.2019) [Электронный ресурс] / Консультант Плюс. – - Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_10699](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699) – 06.01.2020

6. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с последующими изменениями и дополнениями в ред. от 12.03.2014) [Электронный ресурс] / Библ-ка СибГТУ. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> – 06.01.2020 г

7. Гиндуллина К.Р., Яппарова Э.Н. Нормативно-правовая регламентация деятельности охраны воды родников // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие" (Санкт-Петербург, Январь 2020). Международная научная конференция "Высокие технологии и инновации в науке" – СПб.: ГНИИ Нацразвитие, 2020. С.290-293



## Глава 13. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ВОЗЛЕ ПОЛИГОНОВ ТКО

Хучунаева Л.В.

### Введение

В настоящее время проблема загрязнения рек и других естественных водоемов остается достаточно актуальной задачей. Это связано с тем, что многие заболевания людей, проживающих в экологически неблагополучных регионах, вызвано некачественным, антисанитарным состоянием воды [1, 2]. Основными источниками загрязнения водных объектов являются промышленные предприятия, осуществляющие сброс неочищенных стоков в природные воды [3, 4]. Сточные воды значительно снижают биосферные функции воды. Большую опасность для природных вод представляют несанкционированные полигоны, твердые коммунальные отходы, [5, 6, 7]. Поэтому оценка экологической опасности (ЭО) и экологического риска (ЭР) является основной задачей при исследовании воздействия на окружающую среду полигонов ТКО. Методические основы таких исследований не до конца разработаны. Оценка ЭР затруднена, так как связана с экономической неопределённостью. Что касается ЭО, оценка связана с угрозой деградации водного объекта вследствие его загрязнения, является более конкретной задачей, которая может быть решена на основе использования данных о загрязнении водного объекта. Целью исследования: является оценка экологического состояние водных объектов, находящихся в зоне потенциального воздействия несанкционированных полигонов ТКО на примере полигона ТКО вблизи поселка Кашхатау КБР.

Гидрологическая сеть участка исследования реки Черек, протекающей в 400 м к юго-востоку от полигона ТКО и безымянным ручьем, протекающим непосредственно вдоль восточной окраины участка и впадающим в реку Черек. Исток ручья расположен на склонах Лесистого хребта на высоте 1050 м, длина его 2,7 км, площадь водосбора 1,75км<sup>2</sup>. Уклон русла по карте высот составляет 122 ‰. Ширина ручья на момент исследования 0,7-1,0 м, глубина 0,2 м, скорость течения 0,6 м/с, расход воды около 100 л/с.[8].

### Материалы и методы

Для оценки уровня загрязнения обычно отбирают пробы воды и лаборатории определяют концентрацию загрязняющих веществ в водном объекте. В результате таких измерений получают массив данных.

Для анализа подобных массивов гидрохимических данных в гидрометеорологической практике используются различные интегральные оценки и индексы. В России при оценке степени загрязненности водных объектов используется удельный комбинаторный индекс загрязненности (УКИЗВ).

Исторически сложилось так, что для анализа результатов мониторинга негативного влияния полигонов на малые водные объекты, интегральные характеристики не применяются [9]. Вода водных объектов возле полигонов ТКО может иметь высокий уровень загрязнения. Существующие методы

интегральной оценки загрязненности суточных вод трудно применимы к воде из водных объектов вблизи полигонов [10]. В первую очередь, это связано с высоким уровнем загрязненности вод по многим показателям и вариабельностью показателей содержания отдельных загрязнителей [11]. В то же время, большинство полигонов ТКО в Кабардино-Балкарской республике расположены вблизи малых водных объектов, что связано с густотой гидрологической сетью в регионе. Для оценки загрязнения водных объектов вблизи полигонов ТКО можно использовать метод «Критерии оценки опасности токсического загрязнения поверхностных вод суши при чрезвычайных ситуациях (в случаях загрязнения)» [12].

В этой методике уровень токсического загрязнения ранжирован на 5 классов качества воды (КВ).

Ранг "условно нетоксичная" соответствует классу качества воды "условно чистая",

"слабо токсичная". классу КВ "слабо загрязненная",

"умеренно токсичная" - классу КВ "загрязненная",

"высокотоксичная" – классу КВ "грязная,

"чрезвычайно токсичная" – классу КВ "экстремально грязная.

Таблица 1

Критерии оценки токсичного загрязнения водных экосистем по химическим показателям с учетом класса опасности загрязняющих веществ (по [11] с изменениями)

| Уровень токсического загрязнения воды (класс качества воды) | Превышение ПДК  |
|---|---|
| Условно нетоксичная (условно чистая)                        | Сумма ЗВ 1 – 2 КО не превышает ПДК; сумма всех ЗВ не превышает ПДК                                |
| Слабо токсичная (слабо загрязненная)                        | Сумма ЗВ 1 – 2 КО не превышает ПДК; сумма ЗВ 3 - 4 КО от 1 до 2 ПДК; сумма всех ЗВ не более 1 ПДК |
| Умеренно токсичная (загрязненная)                           | Сумма ЗВ 1 – 2 КО от 1 до 2 ПДК; сумма ЗВ 3 – 4 КО до 10 ПДК                                      |
| Высоко токсичная (грязная)                                  | Сумма ЗВ 1 – 2 КО от 3 до 5 ПДК; сумма ЗВ 3 – 4 КО от 10 до 50 ПДК                                |

### Результаты и обсуждение

Река Черек – крупный правый приток реки Баксана. Общая протяженность реки Черек – 131 км. Река Черек образуется от слияния у села Бабугент двух рек: Черек Безенгийского (51 км) и Черек Балкарского (54 км), имеющих примерно одинаковые площади водосбора: Черек – Безенгийский – 627 км<sup>2</sup>, Черек Балкарский – 701 км<sup>2</sup>.

В формировании водного стока реки Черек основную роль играют ледниковые (36 %), грунтовые (35 %) и дождевые (27 %) воды.

Для оценки влияния полигона ТКО на загрязнение ручейка были отобраны и проанализированы пробы воды из ручейка до полигона и после, были анализированы пробы воды из реки Черек, отбор проб производился на расстоянии 500 метров вверх и вниз от места впадения ручейка.

Результаты анализов приводятся в таблицах 2, 3.

В таблице 2 приводятся результаты анализа воды из ручейка до полигона ТКО и после полигона

Таблица 2

| № п/п | Определяемые показатели | Результаты исследований (ниже полигона) | Результаты исследований (выше полигона) | Гигиенический норматив | Класс опасности | Превышения ПДК (ниже полигона) | Превышения ПДК (до полигона) |
|-------|-------------------------|---|---|------------------------|-----------------|--------------------------------|------------------------------|
| 1     | Свинец                  | менее 0,002                             | менее 0,002                             | 0,01                   | 2               | 0,2                            | 0,2                          |
| 2     | Кадмий                  | менее 0,0002                            | менее 0,0002                            | 0,001                  | 2               | 0,2                            | 0,2                          |
| 3     | Цинк                    | менее 0,005                             | менее 0,005                             | 0,0 1                  | 3               | 0,5                            | 0,5                          |
| 4     | Медь                    | 0,0045                                  | 0,0017                                  | 0,00 1                 | 3               | 4,5                            | 1,64                         |
| 5     | Никель                  | менее 0,005                             | менее 0,005                             | 0,01                   | 2               | 0,5                            | 0,5                          |
| 6     | Марганец                | 0,0062                                  | 0,0067                                  | 0,01                   | 3               | 0,6                            | 0,67                         |
| 7     | Кальций                 | 120,24                                  | 100,24                                  | 180                    | 4               | 0,7                            | 0,55                         |
| 8     | Магний                  | 26,8                                    | 21,5                                    | 50                     | 3               | 0,54                           | 0,43                         |
| 9     | Хлориды                 | 560,0                                   | 370,0                                   | 350                    | 4               | 1,6                            | 1,05                         |
| 10    | Сульфаты                | 192,1                                   | 160,1                                   | 500                    | 4               | 0,38                           | 0,32                         |
|       | Суммарный               |   |   |                        |                 | 9,72                           | 6,06                         |

В соответствии с таблицей 2 вода в ручье до и после полигона относится к умеренно токсичной (загрязненной).

Таблица 3

Содержание химических загрязнителей в водах реки Черек, 500 метров выше полигона ТБО

| № п/п | Определяемые показатели      | Ед. изм.           | Результаты исследований | Результаты исследований | Гигиенический норматив |
|-------|------------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| 1     | Окисляемость перманганатная  | мг/дм <sup>3</sup> | 1,40 ±0,28              | 0,90 ±0,18              | не более 7             |
| 2     | Массовая концентрация железа | мг/дм <sup>3</sup> | менее 0,05              | менее 0,05              | не более 0,3           |
| 3     | Фенол                        | мг/л               | менее 0,002             | менее 0,002             | 0,001                  |
| 4     | Никель                       | мг/дм <sup>3</sup> | менее 0,005             | менее 0,005             | не более 0,02          |

Продолжение таблицы 3

| № п\п | Определяемые показатели                  | Ед. изм.              | Результаты исследований | Результаты исследований | Гигиенический норматив |
|-------|--|-----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| 5     | Хром (6+)                                | мг/дм <sup>3</sup>    | менее 0,05              | менее 0,05              | не более 0,05          |
| 6     | Сульфаты                                 | мг/дм <sup>3</sup>    | 94,90 ± 9,49            | 86,60 ± 8,66            | не более 500           |
| 7     | рН                                       | единицы рН            | 8                       | 8,1                     | от 6 до 9              |
| 8     | Гидрокарбонаты                           | мг/дм <sup>3</sup>    | 122,00                  | 146,00                  | -                      |
| 9     | Массовая концентрация взвешенных веществ | мг/дм <sup>3</sup>    | менее 3                 | менее 3                 | -                      |
| 10    | БПК5                                     | мг О2/дм <sup>3</sup> | 0,800 ± 0,112           | 0,600 ± 0,084           | не более 4             |
| 11    | Кислород растворенный                    | мг/дм <sup>3</sup>    | 9,700 ± 1,358           | 10,0 ± 1,4              | е менее 4              |
| 12    | Общая минерализация (сухой остаток)      | мг/дм <sup>3</sup>    | 224,00 ± 42,56          | 204,00 ± 38,76          | не более 1500          |
| 13    | ХПК (химическое потребление кислорода)   | мг/дм <sup>3</sup>    | 38,50 ± 11,55           | Менее 10                | 30                     |
| 14    | Нитриты (по N02)                         | мг/дм <sup>3</sup>    | менее 0,2               | менее 0,2               | не более 3             |
| 15    | Литий                                    | мг/дм <sup>3</sup>    | менее 0,015             | менее 0,015             | не более 0,03          |
| 16    | Нефтепродукты (суммарно)                 | мг/дм <sup>3</sup>    | менее 0,005             | менее 0,005             | не более 0,1           |
| 17    | Аммиак                                   | мг/дм <sup>3</sup>    | менее 0,5               | менее 0,5               | не более 1,5           |
| 18    | Барий                                    | мг/дм <sup>3</sup>    | менее 0,5               | менее 0,1               | не более 0,7           |
| 19    | Нитраты (по N03)                         | мг/дм <sup>3</sup>    | 2,70 ± 0,54             |                         | не более 45            |
| 20    | Стронций                                 | мг/дм <sup>3</sup>    | 1,40 ± 0,28             |                         | не более 7             |
| 21    | Хлориды                                  | мг/дм <sup>3</sup>    | 1,600 ± 0,384           |                         | не более 350           |
| 22    | ПАВ анионоактивные                       | мг/дм <sup>3</sup>    | менее 0,01              | менее 0,01              | не более 0,5           |
| 23    | Калий                                    | мг/дм <sup>3</sup>    | 1,40 ± 0,28             |                         | -                      |
| 24    | Магний                                   | мг/дм <sup>3</sup>    | 8,600 ± 1,204           |                         | не более 50            |
| 25    | Натрий                                   | мг/дм <sup>3</sup>    | 2,900 ± 0,406           |                         | не более 200           |
| 26    | Фосфаты                                  | мг/дм <sup>3</sup>    | менее 0,25              | менее 0,25              | не более 3,5           |
| 27    | Кальций                                  | мг/дм <sup>3</sup>    | 67,30 ± 6,73            |                         | -                      |
| 28    | Мышьяк                                   | мг/дм <sup>3</sup>    | менее 0,001             | менее 0,001             | не более 0,01          |
| 29    | Кадмий                                   | мг/дм <sup>3</sup>    | менее 0,0005            | менее 0,0005            | не более 0,001         |
| 30    | Ртуть                                    | мг/дм <sup>3</sup>    | менее 0,0005            | менее 0,0005            | не более 0,0005        |
| 31    | Медь                                     | мг/дм <sup>3</sup>    | менее 0,0005            | 0,003100                | не более 1             |

Как видно из таблиц 3, химическое загрязнение реки Черек за исключением одного показателя ХПК, потребление кислорода не превышает допустимых норм. Повышенное значение ХПК не связано с полигоном ТКО, так как точка отбора пробы находилась на 500 метров выше по течению реки.

При оценке экологического состояния поверхностных вод важное значение имеет изменчивость загрязнения водного объекта. Обеспечить непрерывный отбор проб воды технически и материально затруднительно.

Но важная информация содержится о загрязнении водного объекта в донных отложениях, совместное использование его с выше приведенной оценкой позволит более корректно оценить состояние данного объекта.

### Состояние донных отложений

Донные отложения представляют собой сложную многокомпонентную систему и играют чрезвычайно важную роль в формировании гидрохимического режима водных масс и функционировании экосистем водоемов и водотоков. Они активно участвуют внутри водоемном круговороте веществ и энергии и являются средой обитания многочисленных групп животных организмов – бентоса [13].

Оценка загрязненности донных отложений проводится на основе сравнения концентрации каждого из загрязняющих веществ в пробах донных отложений, отобранных в створах наблюдений и в фоновом створе, при условии идентичности типов донных отложений в абсолютной форме в виде коэффициентов загрязнения, факторов загрязнения, представляющих обнаруженной концентрации к фоновой.

Коэффициент донной аккумуляции (КДА) рассчитывается по формуле:

$$\text{КДА} = \text{Сдо} / \text{Свода}$$

Сдо – концентрация загрязняющего вещества в донных отложениях, мг/кг или мкг/кг;

Свода – концентрация этого вещества в воде, отобранной одновременно в этом же створе, мг/л или мкг/л.

Величины КДА, равные  $n \times 10$  (где  $n = 1$  до 9) при низких концентрациях загрязняющих веществ в воде и донных отложениях обычно характеризует обстановку в водном объекте как относительно удовлетворительную (без признаков хронического загрязнения).

Невысокие значения КДА и повышенные концентрации загрязняющих веществ в воде указывают на поступление в водный объект свежего загрязнения, в результате чего отношения Сдо/Свода снижаются и не превышают двух порядков при концентрациях загрязняющего вещества в воде.

Значения КДА, равные от  $n \times 10$  –  $n \times 10^4$  при концентрациях загрязняющего вещества в воде существенно превышающих величину ПДК, свидетельствуют о высоком уровне хронического загрязнения водного объекта.

Проба донных отложений, отобранная выше участка изысканий – фоновая.

Таблица 4

Концентрации загрязняющих веществ в донных отложениях ниже и выше  
ТКО

| № | Определяемые показатели | Ед. изм. | Результаты исследований (выше участка) | Результаты исследований (ниже участка) | Отношение к фону |
|---|-------------------------|----------|--|--|------------------|
| 1 | Свинец                  | мг/кг    | 8,1±2,3                                | 9,1±2,6                                | 1,12             |
| 2 | Кадмий                  | мг/кг    | <0,10                                  | <0,10                                  | 1                |
| 3 | Цинк                    | мг/кг    | 38,2±10,7                              | 72,4±20,3                              | 1,9              |
| 4 | Медь                    | мг/кг    | 3,22±0,9                               | 3,14±0,88                              | 0,71             |
| 5 | Никель                  | мг/кг    | 2,88±0,81                              | 2,76±0,8                               | 1,03             |
| 6 | Марганец                | мг/кг    | 85,6±24,0                              | 42,7±1,0                               | 2,00             |

**Коэффициент аккумуляции донных отложений в ручейке  
выше и ниже ТКО**

| № | Определяемые показатели | КДА проба 1 (выше полигона) | КДА проба 2 (ниже полигона) | КДА1/КДА2 | Уровень загрязнения                                      |
|---|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|--|
| 1 | Свинец                  | 4050                        | 4550                        | 1,12      | высокий уровень хронического загрязнения водного объекта |
| 2 | Кадмий                  | 500                         | 500                         | 1         | удовлетворительное загрязнение                           |
| 3 | Цинк                    | 7640                        | 14480                       | 1,89      | высокий уровень хронического загрязнения                 |
| 4 | Медь                    | 3140                        | 2220                        | 0,71      | высокий уровень хронического загрязнения                 |
| 5 | Никель                  | 555                         | 576                         | 1,03      | удовлетворительное загрязнение                           |
| 6 | Марганец                | 6887                        | 13806                       | 2,00      | высокий уровень хронического загрязнения водного объекта |

Согласно данным (таблиц), можно сделать вывод о высоком уровне хронического загрязнения водного объекта по свинцу, цинку, марганцу, никелю, меди. Загрязнение донных отложений и водного объекта происходит от воздействия техногенных факторов. Коэффициент донной аккумуляции (КДА) ниже автодороги (вдоль тела свалки) в 0,75-2,0 раз выше, чем КДА выше автодороги.

### **Выводы**

Определение уровня загрязненности поверхностных вод возле полигона ТКО показало, что водные объекты имеют высокий уровень хронического загрязнения и устойчивый высокий уровень превышения ПДК по некоторым гидрохимическим показателям.

Для оперативной оценки состояния водных объектов целесообразно воспользоваться методикой «Р 522.24.756. – 2011. Критерии оценки опасности токсического загрязнения поверхностных вод суши при чрезвычайных ситуациях (в случаях загрязнения)» с дополнительным анализом донных отложений.

- 
1. Мажайский Ю. А., Гусева Т. М. Мониторинг тяжелых металлов в экосистеме малой реки Окского бассейна // Теоретическая и прикладная экология – 2017. – № 2, – С. 54–59.
  2. Жукова Н. В., Берест Е. В., Начаркина О. В. Оценка экологического состояния поверхностных вод городского округа Саранск // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 1, – С. 7–11.
  3. Шавшина А. В. Экологический мониторинг состояния вод Таганрогского залива для оценки комфортности жизни // Наука настоящего и будущего. – 2018. – Т. 1, – С. 467–470.
  4. Быкова О.Г. Комплексная оценка состояния водных экосистем Чановского региона // Гео-Сибирь. – 2002. – Т. 4, – № 2. – С. 149–152.
  5. Белюченко И. С. Функционирование степных рек Краснодарского края и перспективы их развития // Экология речных ландшафтов (сб. стат. по матер. I Международ. науч. экологич. конф. – Краснодар: КубГАУ, – 2017. – С. 28–43.
  6. Ткаченко Л. Н., Гладких А. В. Оценка экологического состояния водной экосистемы реки Афипс станицы Смоленской // Экология речных ландшафтов (сб. стат. по матер. I Международ. научн. экологич. конф.– Краснодар: КубГАУ, 2017. – С. 251–254.
  7. Игошкин В. В. Влияние полигона твердых бытовых отходов г. Оренбурга на качество подземных вод // Вестник Оренбургского государственного университета, 2011. – № 16 (135). – С. 148–150.
  8. Бураев Р.Ф., Бачиев Р.А. Характеристика рек, протекающих по особо охраняемым природным территориям Кабардино-Балкарской Республики// Известия высших учебных заведений северо-кавказский регион серия естественные науки №6 2010г С. 90-92
  9. РД 52.24.643-2002 Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. 2002. – 55 с.
  10. Zubarev V.A. Hydrochemical indices of surface water quality assessment // Regional problems. – 2014, vol. 17, No. 2. – pp. 71-77
  11. Drovovozova T. I., Panenko N. N., Leshchenko A. V. Integral indicator of the quality of wastewater discharged into a water body // Engineering Bulletin of the Don. – 2019. – N. 3. – P. 31-36.
  12. Р 522.24.756. – 2011. Критерии оценки опасности токсического загрязнения поверхностных вод суши при чрезвычайных ситуациях (в случаях загрязнение)» с дополнительным анализом донных отложений.
  13. Техногенное загрязнение речных экосистем / Под ред. Райнина В. Н. и Виноградовой Г. Н. – М.: Научный мир, 2002. – 140
  14. Хучунаева Л.В. Оценка экологического состояния водных объектов возле полигонов ТКО // Современные научные подходы в фундаментальных и прикладных исследованиях: сборник статей международной научной конференции (Санкт-Петербург, Декабрь 2022) – СПб.: ГНИИ Нацразвитие, 2022.



## Глава 14. АНАЛИЗ МИРОВОГО ОПЫТА БОРЬБЫ С НАВОДНЕНИЯМИ

Орцухаева З.Ш., Магомадова Л.И.

Бедствия от наводнений составляют приблизительно одну треть всех стихийных бедствий во всем мире и несут больше, чем половину несчастий.

Наводнения, затопившие большое количество площадей в последние годы, привлекли большое внимание во всем мире

Речные наводнения – очень распространенное стихийное бедствие. Они возникают в период половодий и несут собой огромные негативные последствия для населения и всей местной биоты. Причиной половодья является всевозрастающий приток воды в речное русло, вызываемый весенним таянием снега на равнинах, таянием снегов и ледников в горах, выпадением обильных дождей во время летних муссонов.

В результате анализа мирового опыта борьбы с наводнениями в устьях рек особое внимание уделено борьбе с наводнениями в Китае, Голландии, США [2].

Две Великие реки Китая – р. Янцзы и р. Хуанхэ – имеют колоссальный сток наносов. Река Янцзы формирует свой сток в области распространения красноцветных лессовидных кор выветривания, а р. Хуанхэ в среднем течении пересекает Лессовое плато, в пределах которого происходит катастрофический смыв почв.

Система борьбы с наводнениями в нижнем течении р. Янцзы, включает в себя дамбы обвалования, регулиционные работы в русле реки, создание паводкораспределительных и паводкоаккумулирующих районов, водохранилищ на притоках. Системы дамб обвалования на Янцзы имеет общую протяженность 36000 км, а длина дамб, возведенных вдоль ее притоков равна 9000 км. Все они представляют собой благоустроенные инженерные сооружения с отметками гребня на 1-2 м выше уровня экстремально высокого паводка 1954 г. Русловые регулиционные работы представляют собой параллельные реке берегоукрепительные сооружения, короткие и длинные шпоры. Их назначение – защита берегов и дамб от размыва.

Установлено, что на участке реки в пределах равнины Лянху, где русло меандрирует и его естественная пропускная способность не соответствует расходу воды в период паводка, обеспечение более благоприятных условий для его пропуска достигается искусственным спрямлением русла. Наиболее крупные работы по спрямлению русла были выполнены в 1966-1969 гг. К 1972 г. благодаря чему длина реки сократилась на 78 км.

Создание паводкораспределительных и паводкоаккумулирующих районов также связано с недостаточной для прохождения паводков пропускной способностью русла. По данным расчетов, в пределах равнины Лянху русло реки вмещает расход воды 60000-70000 м<sup>3</sup>/с, в низовьях – 80000 м<sup>3</sup>/с, тогда как в годы наводнений (1931, 1935, 1954) расход воды на пике паводков превышал 100000 м<sup>3</sup>/с. Например, в 1954 г. общий объем паводка составил 102,0 км<sup>3</sup>, из них 70,0 км<sup>3</sup> требовали распределения в специально созданных районах. Установлено, что после 1949 г. было создано восемь

паводкораспределительных и паводкоаккумулирующих районов по обоим берегам. Они представляют собой наливные водохранилища, которые заполняются при превышении критических расходов воды через специальные гидроузлы – перепуски.

Также на р. Хуанхэ построено 10 гидроузлов, которые осуществляют многолетнее, суточное, годовое и сезонное регулирование стока. Некоторые из них предназначены, помимо выработки электроэнергии и орошения, для борьбы с наводнениями.

Кроме паводкораспределительных гидроузлов широко распространены в нижнем течении р. Хуанхэ дамбы обвалования, сооруженные вдоль русла для предотвращения разливов реки, высота которых на 1-1,5 м выше максимального уровня воды. Это обстоятельство является причиной создания паводкораспределительных гидроузлов.

Общая длина дамб вдоль левого берега Хуанхэ составляет 718,7 км, вдоль правого берега – 604,8 км. На опасных с точки зрения вероятности подмыва рекой участках вдоль дамб сооружаются системы шпорных конструкций, ориентированных по отношению к дамбе под острым углом вниз по течению.

Эти шпоры представляют собой капитальные сооружения, сохраняются при отходе потока в процессе блуждания к противоположному берегу и вновь выполняют свои функции, когда река снова «возвращается» к дамбе.

Пойменные участки между дамбами и руслами реки, возникающие на покрытых илом прирусловых отмелях, обычно полностью осваиваются под посевы сельскохозяйственных культур. Для предотвращения их от размыва возводятся пойменно-укрепительные сооружения – низкие дамбы, через которые переливается вода во время паводков; по своему распространению они фрагментарны, будучи приуроченными, только к местам размыва рекой пойменных берегов.

К концу 1980-х годов оба типа регулировочных сооружений (шпоры и пойменно-укрепительные дамбы) в нижнем течении были возведены в 324 местах, в том числе шпоры – в 138 местах, пойменно-укрепительное сооружение – в 186 местах. Общая длина первых составляет 625 км, вторых – 509 км. Все сооружения постоянно ремонтируются и поддерживаются в хорошем состоянии.

Пример Китая показывает, что при должном изучении процессов, как в русле, так и на водосборе – комплексном научно-обоснованном подходе к противопаводковым мероприятиям, можно добиться устойчивого развития паводкоопасных регионов даже при исключительной опасности и масштабах возможных природных катастроф.

В Голландии гидротехническое строительство развивается с VIII – IX века. Территория страны, практически полностью находясь в дельте Рейна и Мааса, в те века полностью относилась к зоне потенциального затопления и подтопления. По реализации последнего этапа масштабного гидротехнического строительства в 1946 – 1960 в Голландии была создана одна из наиболее комплексных и надежных систем противопаводковой защиты под названием «Дельта». Проект является одним из крупнейших шагов, предпринятых нидерландцами в защите от наводнений [3]. Американское общество

гражданских инженеров (ASCE) внесло проект «Дельта» в список «Семи чудес света современного мира».

Подробная карта-схема проекта «Дельта» представлена на рисунке 1.

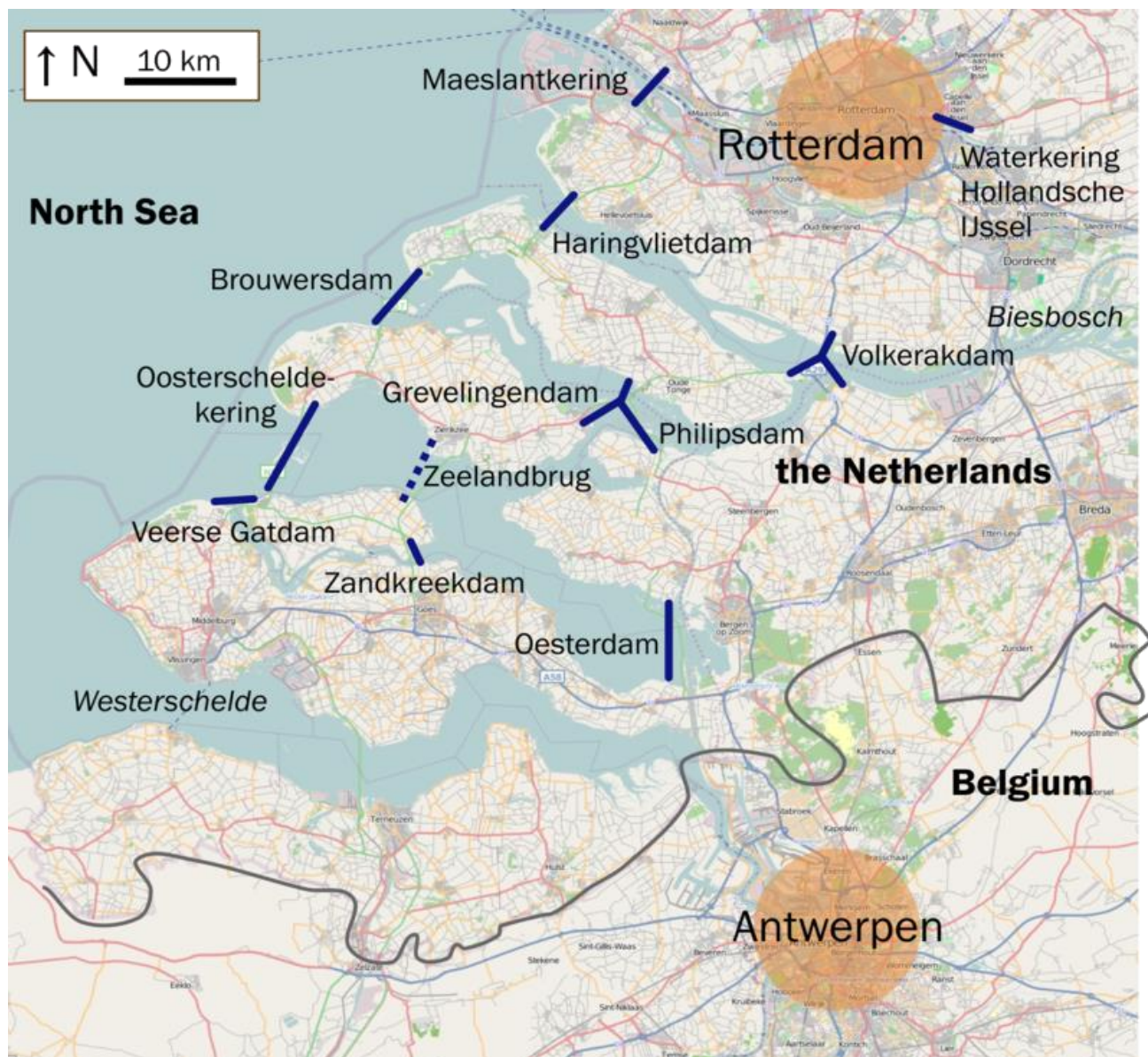


Рис.1. Карта дельты Рейна и проекта «Дельта»

*(Синими отрезками отмечены защитные сооружения, кружками – города Роттердам и Антверпен)*

«Дельта» – это комплекс гидротехнических сооружений на юго-западе Голландии, возведенный с целью защиты земель в дельте Рейна от наводнений. В ходе проекта, реализация которого длилась с 1950 по 1997 год, было создано несколько дамб, шлюзов и штормовых барьеров. Проект является одним из крупнейших шагов, предпринятых голландским правительством в решении общенациональной проблемы. Масштаб проекта (2,4 тыс. км основных и 14080

км вспомогательных дамб, а также более 300 строений) позволяет назвать его одним из крупнейших инженерных проектов в мире. Но из-за глобальных климатических изменений и сопутствующего им повышения уровня моря дамбы нужно будет еще достраивать в высоту и ширину [1].

Проблемы негативного воздействия гидрологических процессов в Голландии сводятся к активной аккумуляции наносов, прилегающая территория находится ниже меженных отметок водной поверхности и используется в народном хозяйстве, накопление русловых наносов на Рейне приводит к активизации горизонтальных деформаций (размыв берегов, развитие меандрирования).

Одним из крупнейших проектов XX века является «Зейдерзе». Это система рукотворных дамб и работ по осушению и дренажу. Согласно проекту была построена дамба, отделившая Зейдерзе от Северного моря, благодаря чему были не только минимизированы риски наводнений, но и произошло значительное увеличение площадей для производства сельскохозяйственной продукции. Этот проект, как и проект «Дельта», специалисты ASCE (Американское Общество Гражданских инженеров) внесли в список «Семи чудес света современного мира» [2].

Известно, что научно обоснованная комплексная стратегия защиты от негативного воздействия паводковых вод, нагонных и приливных явлений на реках Голландии разрабатывается с середины 19 в. Основным элементом защиты был выбран комплекс вдоль русловых дамб и руслоспрямительных работ.

Нижнее течение реки Рейн, а так же морское побережье были полностью обвалованы. Все излучины значительной кривизны были спрямлены. Валы построены на расстоянии 50-100 м от меженного русла реки. Основным противоэрозионным мероприятием послужили каменные шпорные конструкции, которые установлены на обоих берегах реки на расстоянии 50-300 м друг от друга.

В результате комплекса гидротехнических работ гидрографическая сеть Голландии представляет собой узкие прямые обвалованные каналы.

В последние десятилетия XX века ряд научно-исследовательских работ университетов Утрехта, Дельфта, Роттердама и др. показал эффективность расширения пойменного межвального пространства.

В настоящее время исследователями ведется разработка проектов природоприближенного восстановления ряда пойменных участков дельты Голландских рек. Идеология проекта определена стратегией восстановления естественных процессов распластывания паводочной волны, и как следствие, понижением скорости прохождения паводка, увеличением заблаговременности прогнозов и реализации, экстренных противопаводковых мероприятий.

Установлено, что в бассейне реки Миссури США только за период с 1940 по 1950 год произошло 10 крупных наводнений. Среднегодовой расход р. Миссури в устье составляет 2250 м<sup>3</sup>/с, среднегодовая мутность около 3 кг/м<sup>3</sup>. Бурные паводки образуются при совпадении периодов таяния снегов в бассейне верхней Миссисипи и в бассейне Миссури и выпадения больших обильных дождей.

Одним из основных способов борьбы с наводнениями в США является водоспуск – гидротехническое сооружение с отверстиями, служит для опорожнения водохранилища, промыва донных насосов, а также для пропуска эксплуатационных расходов воды в нижний бьеф.

Таким образом, на основании проделанного анализа борьбы с наводнениями на реках в разных странах мира установлено следующее:

Современные мировые тенденции в противопаводковой защите направлены в пользу управления паводковым стоком и основным направлением в решении проблем борьбы с паводками принят комплексный подход: регулирование паводкового стока с помощью специальных противопаводковых мероприятий, что замедляют скорость движения воды на основных притоках рек, в сочетании с регулированием русел, усилением системы противопаводковых дамб, проведением лесозащитных, противоэрозийных и противоселевых мероприятий в горной части.

- 
1. Гарнага В.В., Лучкова В.И. Современные методы борьбы с наводнениями на примере Голландии, Китая, Японии и России
  2. «НЕДЕЛЯ» информационный портал, 2007–2009. ИА «Медиа.С-Пб».
  3. Юлдашева К.А. Борьба с паводками: обзор мирового опыта./ Информационный сборник. НИЦ МКВК, Ташкент, Республика Узбекистан. 2010 г.
  4. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Дельта\\_\(проект\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Дельта_(проект))
  5. Орцухаева З.Ш., Магомадова Л.И. Анализ мирового опыта борьбы с наводнениями // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие" (Санкт-Петербург, Май 2019). Международная научная конференция "Высокие технологии и инновации в науке" – СПб.: ГНИИ Нацразвитие, 2019. С.98-106



## Глава 15. ИННОВАЦИОННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ПО ОЧИСТКЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОДНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ И ТВЕРДЫХ ВЕЩЕСТВ

Катин В.Д., Потетюрин М.А.

Авторами разработана конструкция принципиально нового устройства, которое несомненно найдет применение при решении актуальной экологической проблемы предотвращения загрязнения гидросферы при ликвидации аварийных разливов нефтесодержащих продуктов. В качестве аналога был выбран патент «Гидроциклон отстойник» [1] Данное техническое решение, которое относится к сооружениям для механической очистки сточных вод и используется для очистки дождевых и талых вод, отводимых с площадок промышленных предприятий, а также для очистки ливневых вод совместно с производственными стоками при общесплавной системе водоотведения.

Гидроциклон-отстойник состоит из наружного корпуса со шламонакопительной камерой и периферийным, защищенным сверху от попадания плавающих веществ, лотком, центральную шахту, камеру центробежного осветления, образованную стенкой центральной шахты и цилиндрической перегородки с расширяющимся раструбом, которая образует с наружным корпусом камеру гравитационного осветления. В камеру центробежного осветления проходит патрубок для тангенциального подвода подлежащих очистке стоков. Для чистки отстойника предусмотрен грейфер, а для сбора масла – масло сборные устройства. В верхней части камеры центробежного осветления имеется приемная воронка квадратного сечения. Воронка переходит в патрубок, по которому происходит сток ливневых вод в находящуюся вне корпуса отстойника емкость. На конце патрубка, выходящем в емкость, устанавливается сетчатый короб, предназначенный для задержания плавающих примесей. В нижней части камеры центробежного осветления имеется второй патрубок, соединяющий ее с емкостью и имеющий запорное устройство. Отвод осветленных стоков из лотков осуществляют по трубопроводу с запорным устройством.

Существенными недостатками известного устройства являются его стационарное применение, отсутствие мобильности, а также трудности очистки отстойника.

В качестве прототипа авторами был выбран патент «Устройство для аккумуляции и очистки дождевого стока» [2]. Рассматриваемое устройство относится к сооружениям очистки жидкости, содержащей взвеси, в том числе нефтепродукты, используется на промплощадках для очистки дождевых и талых сточных вод. Оно состоит из секций отстойника с искусственным основанием, оборудованным дренажным устройством, зоны предварительного осветления дождевого стока, нефтесгонного и нефтеотводящего устройств, блоков из наклонных пластин (ячеистых конструкций, камер флотации, оборудованных трубчатыми аэраторами; переливными и опорожняющими (патрубками, мусорудерживающей перегородки-решетки, патрубков, подводящих промывную воду, ламповых

колодцев, патрубков, подводящих ливневой сток приемной камеры дождевого стока, патрубков, отводящих дождевой сток, въездных устройств из быстро разбираемых блоков.

С целью повышения эффективности очистки дождевого стока, устройство снабжено приемной камерой и размещенной в ней мусор удерживающей решеткой, камера флотации выполнена в виде лотков, сообщающаяся с секциями отстойника, переливные патрубки снабжены в нижней части аэраторами, дно устройства выполнено зигзагообразным и снабжено размещенными в вершинах зигзагообразного дна дренажными фильтрующими устройствами, при этом пластины установлены между камерами предварительного осветления и флотации.

Недостатком данного технического решения является его стационарное применение, отсутствие мобильности устройства, и достаточно большие габариты, что существенно усложняет и удорожает конструкцию.

Целью авторского предлагаемого изобретения является расширение диапазона очистки водной поверхности от твердых материалов, повышение мобильности устройства, а также уменьшение времени на его установку, сборку и очистку.

Для решения поставленной задачи новое устройство для очистки водной поверхности содержит: (см. рис.1) каркас конструкции 1, балласт 2 для поддержания данной установки в плавучем состоянии, подъёмные уши 3 для транспортировки установки, цилиндрическую съёмную сетку 4 для сбора твердых материалов, корпус съёмной сетки 8, шток-датчик загрузки сетки 5, выходной коллектор воды 6, датчик давления 7 на выходном коллекторе, трубопровод 9, насос 10, устройство для очистки воды 11.

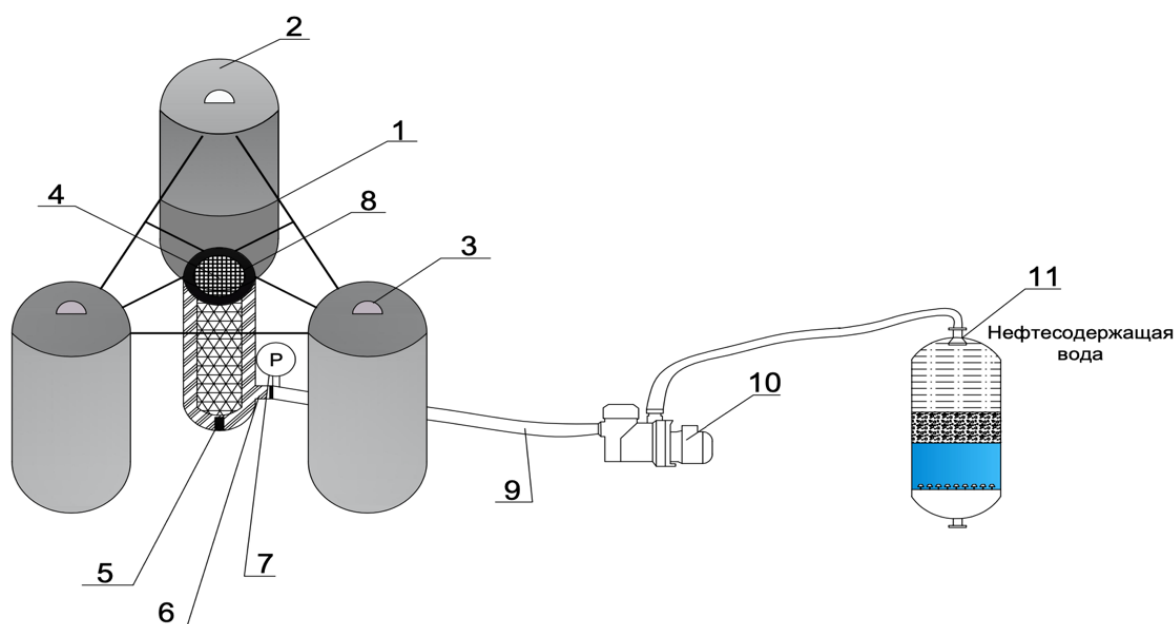


Рис. 1 Схема нового устройства для очистки загрязнений водных поверхностей.



Авторское устройство работает следующим образом. Корпус для съемной сетки 8 закреплен каркасом 1 на балласте 2 для поддержания устройства в плавучем состоянии располагается таким образом, что верхняя часть корпуса находится на одном уровне с водной поверхностью. Вода вместе с твердыми материалами, сорбентами при включении насоса 10 попадает в цилиндрическую сборную сетку 4 под действием эффекта Кориолиса, где твердые материалы остаются в сборной сетке. Под сборной сеткой расположен датчик загрузки 5, который определяет степень загрузки сетки твердыми материалами, также на выходной коллекторе 6, установлен датчик давления 7. После того, как один из датчиков срабатывает установка останавливается и сетку требуется вынуть и очистить. Далее после очистки от твердых материалов загрязненная вода через коллектор 6 поступает в трубопровод 9 и через насос 10 загрязненная вода поступает в фильтр 11, который подключается на выбор в зависимости от загрязнения водной поверхности. Отметим, что при данном способе обеспечивается быстрая очистка воды от твердых материалов и некоторых загрязнений.

Существенным отличием предлагаемого устройства от существующих аналогов является то, что корпус для съемной сетки содержит шток-датчик загрузки сетки и датчик давления на выходном коллекторе, которые позволяют контролировать уровень наполнения сетки и являются предупредительной системой для очистки сетки, что отвечает критерию «новизна» технического решения. На разработанную авторами конструкцию устройства оформлена и подана заявка на изобретение.

Данное устройство может быть успешно использовано как в промышленности при устранении последствий аварий, разлива нефти и нефтепродуктов на водной поверхности при применении адсорбирующих материалов (резиновой крошки, биосорбентов), так и в экологических программах по сбору твердых материалов с водной поверхности, что позволяет ликвидировать загрязнение гидросферы путём эффективной водной поверхности.

---

1. Патент №969286, РФ, МПК В01D 21/00 Гидроциклон отстойник. / Никулин В.М., Каботянский А.Я., Олешко Б.И. Оpubл. 30.10.1982. Бюл. №40

2. Патент №992210, РФ, МПК С02F 1/00, С02F 1/40, С02F 103/02 Устройство для аккумуляции и очистки дождевого стока. / Волков Р. Ф., Минеев Э.К., Зотов Н.И. Оpubл. 30.09.1982. Бюл. №36

3. Катин В.Д., Потетюрин М.А. Инновационное техническое решение по очистке загрязнений водных поверхностей от нефтепродуктов и твердых веществ // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие" (Санкт-Петербург, Февраль 2022). Международная научная конференция "Безопасность: Информация, Техника, Управление" – СПб.: ГНИИ Нацразвитие, 2022.

## Глава 16. ФЛОТОЭКСТРАКЦИЯ – ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ИЗВЛЕЧЕНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

Лобачева О.Л., Михеева В.Ю.

Флотоэкстракция – беспенный адсорбционно-пузырьковый метод поверхностного разделения, в котором всплывающие пузырьки газа переносят адсорбированное на них вещество (сублат) из одной жидкости в другую. Метод впервые был предложен Ф.Себба в 1962 г.[1]. Solvent sublation (в русском варианте – флотоэкстракция) является комбинацией флотации ионов или молекул с жидкостной экстракцией. «Сублат» обозначает химически индивидуальное вещество, в составе которого извлекаемый ион концентрируется на поверхности пузырьков. В отличие от обычной экстракции, во флотоэкстракции массопередача происходит с участием пузырьков [1-3].

В работе использовали поверхностно-активное вещество (ПАВ) – додецилсульфат натрия (NaDS)- в качестве собирателя, в качестве экстрагента – 2-октанол. Концентрация ионов  $Yb^{+3}$  в модельных растворах составляла  $1,0 \cdot 10^{-3}$  моль/кг.

Целью работы было определение оптимальных условий флотоэкстракции ионов  $Yb^{+3}$  из нитратных растворов. В процессе используется стеклянная колонка [2]. Концентрация NaDS составляла  $3,0 \cdot 10^{-3}$  моль/кг. Скорость подачи газа задавалась так, чтобы сильно не разрывать слой органического растворителя, находящегося над водным раствором, а именно –  $3,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{ч}$ . Опыт продолжался 2 часа. Водную фазу анализировали фотометрическим методом на содержание катионов РЗЭ на фотоколориметре КФК-3 [4]. Содержание DS- определяли методом потенциометрического титрования раствором хлорида цетилтриметиламмония с ионоселективным электродом [5]. Значения pH растворов контролировали иономером «Анион 7010». Для установления pH использовали растворы  $HNO_3$  или NaOH. Растворы соли  $Yb^{+3}$  готовили весовым методом, используя  $Yb(NO_3)_3$  марки «х.ч.». Содержание ионов  $Yb^{+3}$  в органической фазе рассчитывали по разности концентраций в исходной и равновесной водной фазах. Коэффициент распределения  $Yb^{+3}$  между водной и спиртовой фазами определяли по формуле:

$$K = \frac{C^\beta}{C^\alpha} = \frac{V^\alpha}{V^\beta} \left( \frac{c_0^\alpha}{c^\alpha} - 1 \right),$$

где  $C^\beta$  и  $C_0^\alpha$  – концентрации ионов металла в органической и водной фазах соответственно, моль/кг;  $C^\alpha$  – начальная концентрация ионов  $Yb^{+3}$  в водной фазе, моль/кг; и  $V^\alpha$  и  $V^\beta$  – объемы водной и органических фаз соответственно.

При  $\text{pH} = 5,0 - 6,0$  процесс флотоэкстракционного извлечения  $\text{Yb}^{+3}$  переходит в стационарный режим с высокими равновесными концентрациями. Максимальная степень извлечения составляет около 25 %. В этой области  $\text{pH}$  начинается образование моногидроксикомплексов. При  $\text{pH} = 6,5 - 6,9$  равновесная концентрация понижается, и степень извлечения возрастает, при этом наблюдается чуть заметное увеличение скорости процесса. В этой области  $\text{pH}$  начинается образование дигидроксикомплексов. При  $\text{pH} = 6,9 - 7,0$  скорость извлечения ионов иттербия резко повышается и степень извлечения достигает максимальной величины. При  $\text{pH} = 7,0 - 7,1$  гидратообразование заканчивается. При этих значениях  $\text{pH}$   $\text{Yb}^{+3}$  находится в водной фазе в форме  $\text{Yb}(\text{OH})_3$ . Извлечение  $\text{Yb}^{+3}$  при  $\text{pH} = 7,0$  резко возрастает, а затем при  $\text{pH} > 7,1$  плавно уменьшается в соответствии с уменьшением концентрации гидроксида [6,7].

Таким образом, в зависимости от  $\text{pH}$  водной фазы изменяются формы нахождения в ней додецилсульфат-иона и иона иттербия (сублата), следствием чего наблюдаются различные механизмы извлечения иона иттербия в процессе флотоэкстракции.

- 
1. F. Sebba, Ion flotation, N.Y.- 1962- 172 p.
  2. Adsorptive Bubble Separation Techniques / Ed. R.Lemlich, New York: Academic Press – 1972 – 344 p.
  3. J.S. Smith, K.T. Valsaraj, The promise of Solvent Sublation, Chem. Eng. Progress, 1998 – V.94 – N. 5 – P. 69-76.10.
  4. O.L. Lobacheva, Application of solvent sublation for the removal of trace elements in waste water, Technische universitat bergakademie Freiberg, Wissenschaftliche Mitteilungen- 2008 – V. 35 – P. 163-166.
  5. С.В. Тимофеев, Е.А. Матерова, Л.К. Архангельский, Вестник ЛГУ. Сер. Физ. Химия, 1978 – № 16 – Вып. 3 – С. 139-141.
  6. О.Л. Лобачева, Флотоэкстракция ионов никеля из разбавленных водных растворов, Зап. Горного института, СПб, 2006 – Т. 169- С. 156-158.
  7. Д.Э. Чиркст, О.Л. Лобачева, И.В. Берлинский, Термодинамические свойства гидроксосоединений и механизм ионной флотации церия, европия и иттрия, ЖФХ- Т. 83- № 12- 2009- С. 2221-2226.
  8. Лобачева О.Л., Михеева В.Ю. Флотоэкстракция – инновационный метод извлечения редкоземельных элементов из водных растворов // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие" (Санкт-Петербург, Сентябрь 2020). Международная студенческая научная конференция "Поколение будущего" – СПб.: ГНИИ Нацразвитие, 2020. С.94-96

## **РАЗДЕЛ 3**

# **ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЧВЕННЫХ И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

---



## Глава 17. ПРИМЕНЕНИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ ТЕРМОЭРОЗИИ НА ТРАССЕ МАГИСТРАЛЬНОГО ВОДОВОДА В 2018 ГОДУ

Сальва А.М., Матвеева И.П.

В юго-восточных районах Центральной Якутии с 90-х годов эксплуатируется система магистрального водоснабжения, которые состоят из трех ветвей магистральных водоводов (рис.1): 1) **1** – река Лена – поселок Туора Кюель и **4** – канал п. Туора Кюель – река Татта, 2) **2** – водохранилище поселка Бедеме – озеро поселка Тюнгилю и 3) **3** – река Лена – озеро Мюрю (с. Борогонцы). Наше исследование было приковано именно к третьей ветви магистрального водовода «Лена – Мюрю».

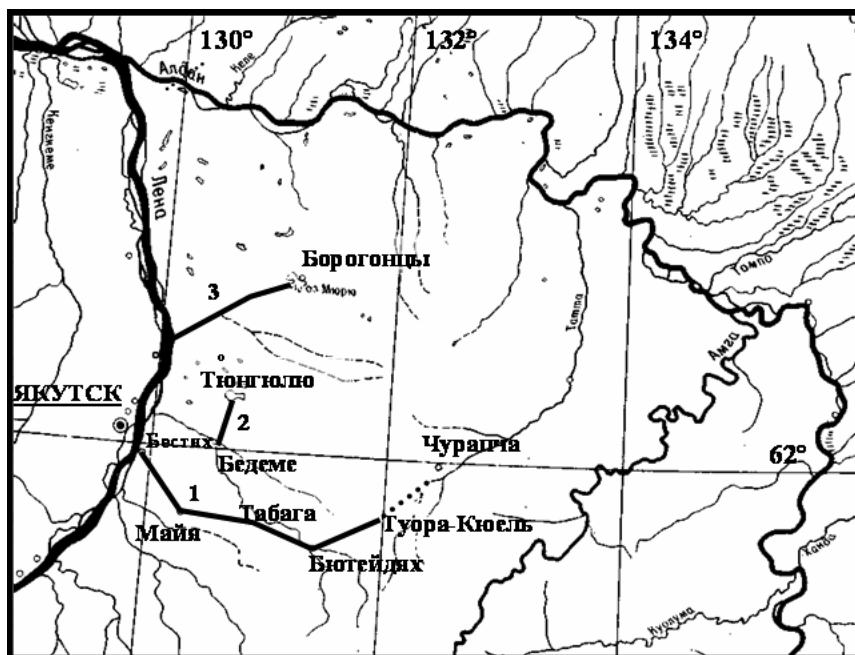


Рис. 1. Обзорная карта территории

Этот участок расположен на территории сплошного распространения многолетнемерзлых горных пород (ММП) и на всем своем протяжении встречающий участки более или менее интенсивного развития мерзлотных (криогенных) процессов и явлений. Наиболее ярко выделяются такие процессы и явления как: термокарст и термокарстовые образования (в виде ям, провалов, котловин и канав); развитие структур-полигонов; бугры пучения и другие процессы [1-4]. Они создавали огромные проблемы при эксплуатации объектов магистрального водовода.

Одним из способов решения этой проблемы явилось установление опасных мест активизации термокарстовых и термоэрозионных процессов на основе полевых наблюдений и использования космоснимков [1, 3]. На участке водовода «Сырдах – Борогонцы» за период наблюдений было обнаружено три проявления термокарсто-термоэрозионной опасности, вызванной техногенной деятельностью человека, по мнению автора, основными факторами этого



процесса являются не только снятие в 1996 году почвенно-растительного слоя во время строительства обслуживающей автодороги, но и последующее образование избыточной влаги и термокарстовых озер.

В начале лета 2018 года на одном из участков магистрального водовода «Лена – Мюрю» возле поселка Борогонцы за короткий срок образовалась термоэрозия [2]. Она появилась на участке (6,5 км) водовода «Борогонцы – Сырдах» и активизировалась весной 2018 года. За лето она прошла поперек обслуживающий дороги и небольшого лесного массива. По мнению автора, причинами появления термоэрозионного процесса являются: снятия бульдозером в 1993 году почвенно-растительного слоя и затем заболачивания территории – образование полигонального микрорельефа – так называемого «былара» и «дюёдя» – стадий развития термокарста (по П. А. Соловьеву [4]).

Космические снимки (рис. 2) в открытом доступе на интернет сайте (<https://yandex.ru/maps/>) и (<https://google.com/maps/>) позволили выявить морфометрические параметры термоэрозии, также на простых фотографических снимках можно судить форме термоэрозии и подстилающих грунтах.

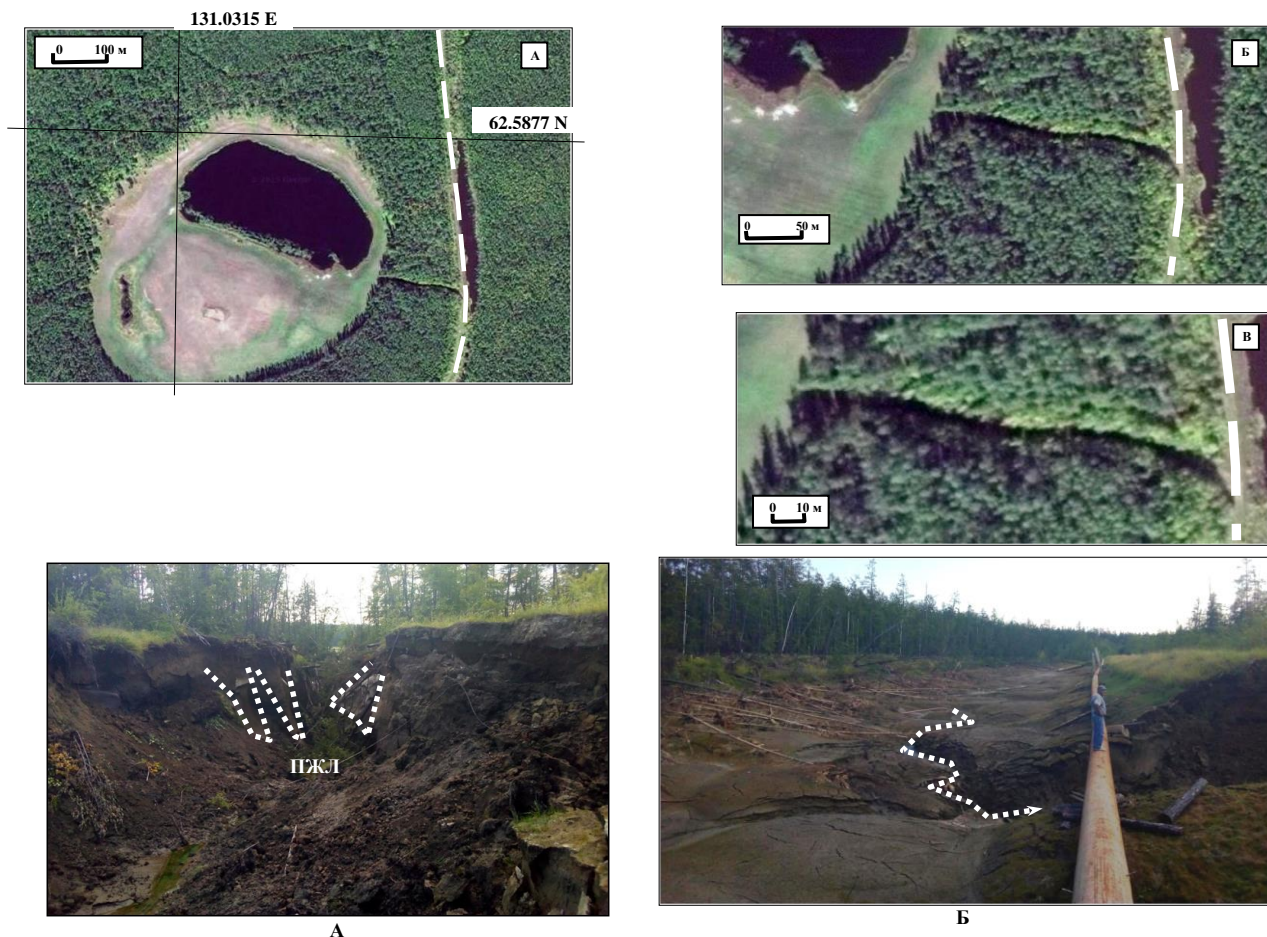


Рис. 2. Фрагменты космоснимков со спутника Landsat 7 от 20 июля 2018 года с техногенной термоэрозии на участке магистрального водовода «Сырдах – Борогонцы» (масштабом А – 1: 10000, Б – 1: 5000, В – 1: 1000), а также фотоснимки А – техногенная термоэрозия (А – термоэрозия с обнажившимися клиньями повторно-жильных льдов (ПЖЛ), сильнольдистых супесей и песков пылеватых, Б – образование полигонального микрорельефа – так называемого «былара» начальной стадии термокарста и направление исходящего водного потока)

Проявление техногенной термоэрозии располагается в западном направлении от ее вершины. Устье выходит на алас, ее длина более 200 м., ширина термоэрозии – 8 – 25 м. Глубина термоэрозии – 6 – 10 м, профиль имеет V-образную форму, на склонах просматриваются клинья повторно-жильных льдов. К данному горизонту отнесены отложения Бестяхской, Тюнгилюнской и Абалахской террасы, представленные суглинками, супесями, песками пылеватыми.

Таким образом, развитие и активизация термокарсто – термоэрозионных процессов на участке магистрального водовода «Сырдах – Борогонцы» зависит от сочетания его геокриологических условий, рельефа, режима осадков и главное от антропогенной нагрузки. Проведенные исследования показали, что термоэрозия за один 2018 год прорезала ледовый комплекс отложений. Это говорит о катастрофической разрушающей активизации термоэрозии, тем более она имеет техногенный характер.

---

1. Веремеева А. А. Формирование и современная динамика озерно-термокарстового рельефа тундровой зоны Колымской низменности по данным космической съемки: диссертация... канд. геогр. наук. 25.00.25. Москва, 2017. 134 с.

2. Ершов Э. Д. Термоэрозия дисперсных пород. Изд-во Моск. Ун-та. 1982. 196 с.

3. Родионова Т. В. Исследование динамики термокарстовых озер в различных районах криолитозоны России по космическим снимкам: диссертация... канд. геогр. наук. 25.00.36. Москва, 2014. 196 с.

4. Соловьев П.А. Аласный рельеф Центральной Якутии и его происхождение // Многолетнемерзлые породы и сопутствующие им явления на территории Якутской АССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 38–53.

5. Сальва А.М., Матвеева И.П. Применение дистанционных методов космической съемки для выявления техногенной термоэрозии на трассе магистрального водовода в 2018 году // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие" (Санкт-Петербург, Июнь 2019). Международная научная конференция "Технические и естественные науки" – СПб.: ГНИИ Нацразвитие, 2019. С.164-167



## Глава 18. ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ В КУЗБАССЕ

Соловицкий А.Н.

Геоинформационное обеспечение (ГИО) проектирования геодезического мониторинга деформаций (или более подробно напряженно-деформированного состояния (НДС)) земной коры (ГМНДСЗК) – это новая и неизученная проблема в отечественной литературе [1, 2]. До настоящего времени не разработаны требования к координированной информации исследуемого геопространства в цифровой форме, которая является основой для проектирования ГМНДСЗК в районах освоения угольных месторождений из-за отсутствия новых математических моделей структурности и динамики исследуемого геопространства [1, 2].

Основными требованиями к ГИО проектирования ГМНДСЗК являются:

- точность;
- технологичность;
- соответствие целевому назначению;
- системный подход.

В первую очередь для проектирования указанного мониторинга необходимы выделение и идентификация блоков земной коры, что не может быть осуществлено без информации о рельефе местности, полученной с помощью наземных и дистанционных методов, включая БПЛА-технологии, что свидетельствует о его важной роли. Известно, что современный рельеф сформировался в новейшее время, поэтому в качестве методологической основы ГМНДСЗК можно принять гипотезу о действии и релаксации напряжений [3]. Известно, что период релаксации напряжений  $T_r$  для земной коры в целом можно оценить отношением [4]

$$T_r = \eta / \mu, (1)$$

где  $\eta$  – эффективная вязкость;  $\mu$  – модуль твердости.

При  $\eta = 10^{24} - 10^{25}$  Па·с и  $\mu = 0,3 - 0,4$  дин/см<sup>2</sup> период релаксации напряжений равен  $10^5 - 10^6$  лет.

Следовательно, потребуется метод для изучения характера геодинамических процессов, происходивших в районе разработки месторождения не менее одного миллиона лет назад, таким методом является морфоструктурный анализ [3, 5]. В указанном методе взаимодействие блоков земной коры и оценка их деформаций в исследуемом районе выполняется камерально на основе цифровой картографической информации. Однако, при этом результаты оценки периода времени релаксации деформаций блоков земной коры (при их взаимодействии) в зависимости от используемого

картографического материала в традиционной технологии не определены. Автором предлагается следующая методология, которая реализует указанные требования в рамках соответствия целевому назначению и точности. Известно, что погрешность определения отметок по картографическим материалам не превышает 1/3 высоты сечения рельефа. Зная средние скорости вертикальных движений ( $V=0,1$  мм/год), оценим период  $T$ , за который изменения высот, обусловленные геодинамическими процессами, не превышают погрешности  $m_n$  определения отметок [3]. В цифровых технологиях погрешности картографической информации зависят от разрешающей способности устройств (в исследуемом случае 1200 пикселей на дюйм). Указанную зависимость представим в следующем виде:

$$T = m_n / V. (2)$$

При отсутствии выраженности в рельефе границ блоков земной коры, использование цифровых геофизических карт, по мнению автора, представляет значительный интерес. Для гравиметрических карт погрешности информации оцениваются по полным погрешностям интерполирования  $m_{\Delta g}$ . Период времени  $T$ , за который изменения силы тяжести, обусловленные геодинамическими процессами, не превышают  $m_{\Delta g}$ , (рис. 1) равен

$$T = m_{\Delta g} / 0,3086 V. (3)$$

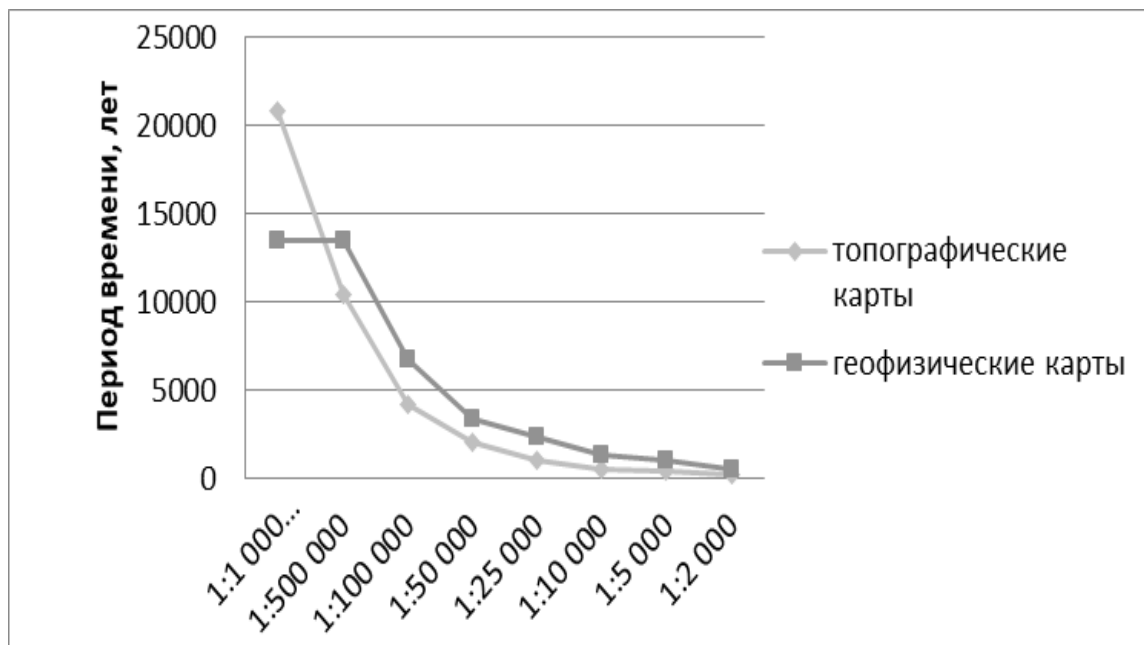


Рис. 1. Периоды времени релаксации геодинамических процессов, соответствующие погрешностям карт

На рисунке 1 представлены периоды времени, обусловленные геодинамическими процессами, которые соответствуют погрешностям цифровых топографических и гравиметрических карт. Результаты,

приведенные на рисунке 1, показывают, что информация о геодинамических процессах, отраженная в масштабном ряде карт, позволяет оценить значительные их периоды времени, ранжируя их по возрасту.

Автором применен системный подход в разработке требованиями к ГИО для проектирования и создания ГМНДСЗК в районах освоения угольных месторождений, который включает:

- применение компьютерных технологий для выделения линеаментов;
- комплексирование материалов для интерпретации блочной структуры земной коры;
- совершенствование критериев выделения блоков земной коры;
- облегчение идентификация блоков земной коры визуальным методом;
- обеспечение регистрации кинематики блоков земной коры с учетом адекватности и иерархии структуре земной коры.

Компьютерные программы обработки рельефа позволяют выделять линеаменты и линеаментные зоны. Центр компьютерного инжиниринга Кемеровского государственного университета оснащен программными пакетами: PhotoScan, Pix4D, QGIS. Трехмерные модели рельефа дают наглядное представление об историческом соотношении его форм, а комплексные данные являются источником новой информации. По мнению автора, наиболее эффективно комплексирование данных ДДЗ с геофизическими материалами. Обычно при геодинамическом районировании комплексно используют карты гравитационных аномалий и магнитных полей. Идентификация (установление границ на местности) блоков земной коры заключается в определении их положения на местности и в горных выработках [3, 5]. Визуальный метод основан на опознавании границ блоков земной коры на местности и в горных выработках по их качественным признакам. Детальные материалы дистанционного зондирования (в масштабах 1: 500 – 1:10 000), особенно полученные с помощью БПЛА – технологий существенно облегчают этот процесс [6], так как ГМНДСЗК является локальным, основные исследуемые блоки земной коры V и VI рангов, размеры которых не более десяти километров. Для установления целевого назначения цифрового картографического обеспечения проектирования и создания ГМНДСЗК автором предложены следующие критерии:

$$T_p \Rightarrow \min, (4)$$

$$m_p \leq 0,05d, (5)$$

где  $T_p$  – период релаксации геодинамических процессов;  $m_p$  – средняя квадратическая погрешность положения оси разлома;  $d$  – ширина разлома.

Методология обеспечения регистрации кинематики блоков земной коры с учетом адекватности и иерархии структуре земной коры разработана автором [3].

На основании выполненных исследований сделаны следующие выводы:

1. Установлено, что методологической основой проектирования ГМНДСЗК является гипотеза о действии напряжений новейшего периода, период релаксации которых равен  $10^5$ – $10^6$  лет.
2. Установлены периоды релаксации геодинамических процессов, соответствующие точности картографической информации, полученной на основе бумажной и цифровой технологии.
3. Разработанные требования к ГИО для проектирования и создания ГМНДСЗК основываются на компьютерных технологиях, комплексировании геофизических и топографических материалов для интерпретации блочной структуры земной коры, совершенствовании критериев выделения и методов идентификации.

---

1. Ознамец, В. В. Геодезическое информационное обеспечение устойчивого развития территорий [Текст]. – М.: МАКС Пресс, 2018. –134 с.

2. Соловьёв, И. В. Проектирование информационных систем. Фундаментальный курс [Текст] / Под ред. В. П. Савиных. – М.: Академический проект, 2009. – 398 с.

3. Соловицкий, А. Н. Интегральный метод контроля напряженного состояния блочного массива горных пород [Текст]: под ред. П. В. Егорова. – Кемерово: ГУ КузГТУ, 2003. – 260 с.

4. Шерман, С. И. Физические закономерности развития разломов земной коры [Текст]. – Новосибирск: Наука, 1977. – 100 с.

5. Син Тао, Батугина, И. М. Геодинамическое районирование селитебных зон [Текст]. – Пекин, 2010. –149 с.

6. Кресникова, Н. И. Применение данных дистанционного зондирования и геоинформационных технологий для обеспечения территориального планирования [Текст] / Н. И. Кресникова, Н. А. Васильевых // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». –2018. –Т. 62. –№ 2. –С. 212–217.

7. Соловицкий А.Н. Геоинформационное обеспечение проектирования геодезического мониторинга деформаций земной коры в Кузбассе // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие" (Санкт-Петербург, Март 2019). Международная научная конференция "Высокие технологии и инновации в науке" – СПб.: ГНИИ Нацразвитие, 2019. С.44-50

## Глава 19. ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОЧВ НА ПРИМЕРЕ БУГУЛЬМИНСКО-БЕЛЕБЕЕВСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Шапкин Д.В.

Данная методика по оценке, по которой проводятся исследования в этой статье, впервые была испытана на примере природного парка «Шаркан» в Удмуртской области. Переходя к описанию проведения самого исследования, для начала необходимо было обзавестись данными показателей гумуса, кислотности почв и модуля прочности слоя на определенный ключевой участок. В реальной ситуации, эти данные собираются в заранее определенных ключевых участках на местности по специфичной методике и специальными приборами.

Но на данном примере это исследование проводилось дистанционно, а именно был собран вторичный материал в виде карт, по данным атласов и тематических карт, с разным интервалом времени. Поэтому на данном примере можно сразу сказать, что эти данные будут делать свой акцент больше на наглядность, чем на точность.

Объектом исследования в этой статье является территория Бугульминско-Белебеевской возвышенности. Границы возвышенности проводились визуально, с дальнейшей целью, чтобы проводить расчеты исключительно только в пределах её территории. Возвышенность пролегает на территориях четырех регионов: Башкортостана, Татарстана, Оренбургской и Самарской областей. Это можно увидеть на рисунке 1.

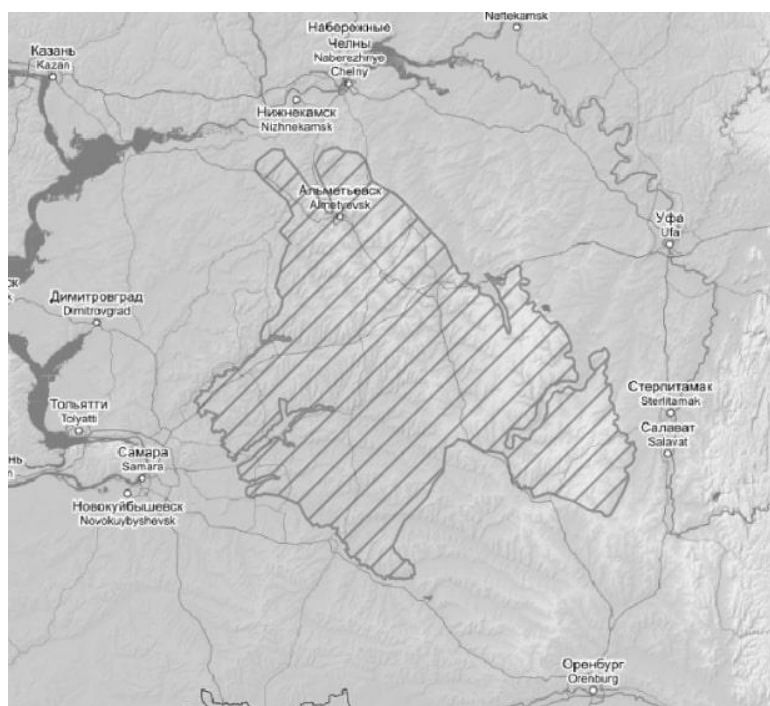


Рисунок 1. Скриншот интерактивной рельефной карты с проведенными границами Бугульминско-Белебеевской возвышенности

В итоге определившись с границами возвышенности, а также имея при себе обобщенные данные содержания гумуса в почвах, кислотности и модуля прочности слоя, были рассчитаны интегральные коэффициенты автоматизированным способом посредством применения ГИС программы.

Согласно методике, если полученное число интегрального коэффициента ниже значения 2,5, то эти территории имеют низкий рекреационный потенциал, если же вышло так что оно больше, 2,5 и меньше 3,5 единиц, то эти территории имеют средний рекреационный потенциал, а если выше 3,5 единиц, то они естественно имеют высокий рекреационный потенциал. По этой шкале была составлена легенда карты.

По данной легенде была выполнена автоматизированная заливка фона, и по полученной карте на рисунке 2 можно увидеть, что почвы на территории Бугульминско-Белебеевской возвышенности имеют высокий рекреационный потенциал. Это свидетельство того что имеющаяся нагрузка на тех территориях незначительна, и потому рекреационный слой почв не пострадал.

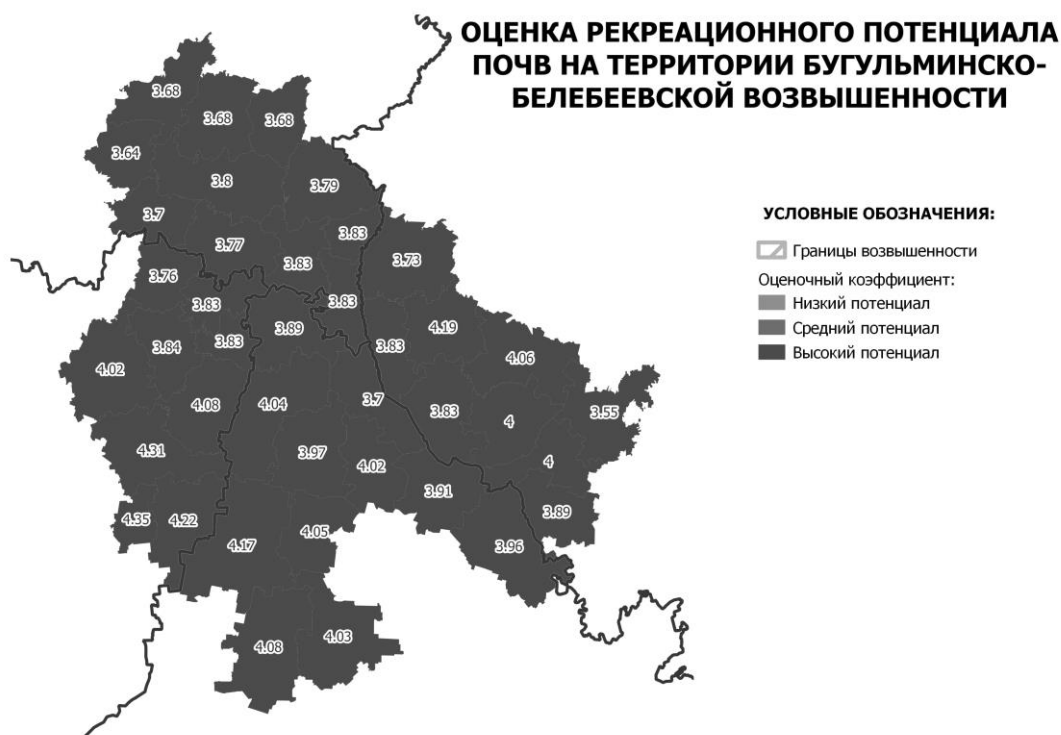


Рисунок 2. Карта оценки рекреационного потенциала почв на территории Бугульминско-Белебеевской возвышенности №1

Также в ходе исследования была составлена вторая карта оценки рекреационного потенциала почв, не по методичным условиям выборки значений, которая бы показала наглядно картину того как антропогенная нагрузка влияет на их деформацию. Такая карта представлена на рисунке 3.

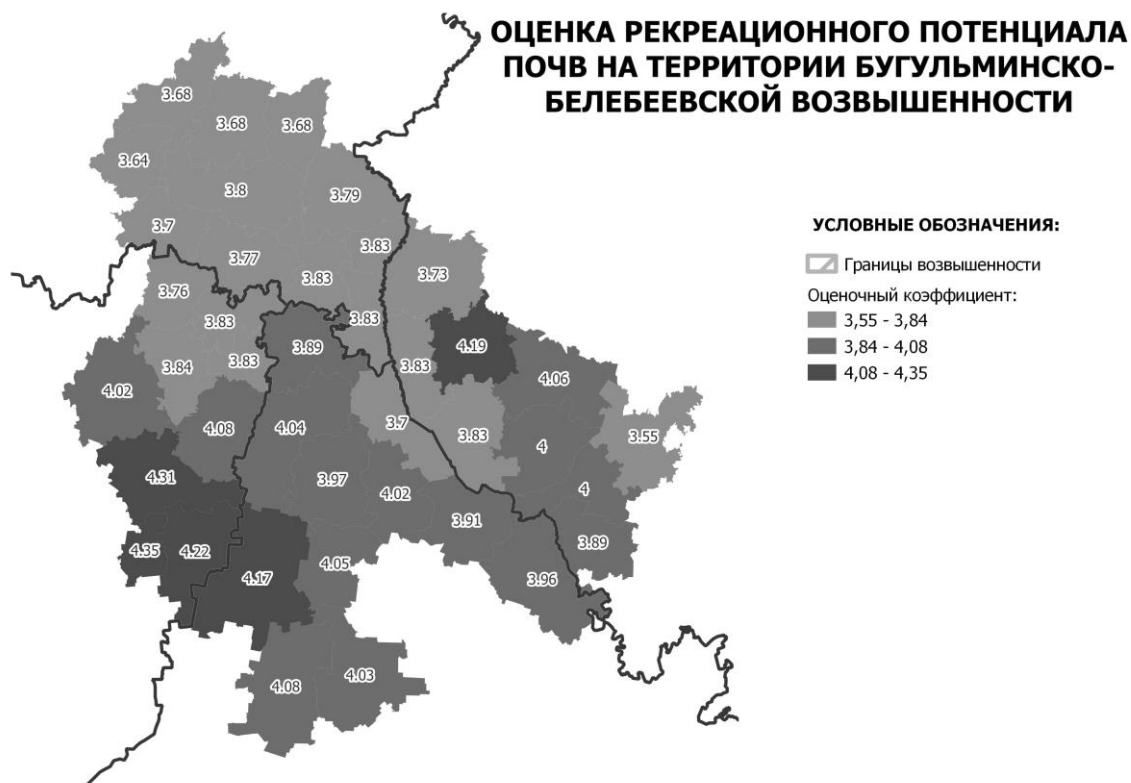


Рисунок 3. Карта оценки рекреационного потенциала почв на территории Бугульминско-Белебеевской возвышенности №2

По этой карте видно, что на северной части возвышенности состояние почв хуже. Это обусловлено большей плотностью проживающего там населения, по сравнению с тем что можно видеть в южной части, где населения значительно меньше.

Также для дополнения, можно сказать еще что такое небольшое влияние антропогенной нагрузки на почвы на исследуемой возвышенности из-за того, что эти территории мало посещаются туристами, по причине того, что эти территории не оснащены такими большими благами и удобствами для качественного отдыха людей.

При создании таких условий в будущем для привлечения туристов, значительное увеличение туристического потока негативно скажется на плохо оборудованные экологические тропы, что принесет значительный ущерб различным компонентам лесных экосистем, поскольку почвы тесно связаны с растущей на них растительностью.

Чтобы взять эту ситуацию под контроль, для того чтобы избежать усиления рекреационной дигрессии, необходимо в первую очередь благоустроить экологическую тропу, тем самым повысив устойчивость почв к антропогенным нагрузкам.

Затем также можно вводить ограничения для посещения тропы при определенных неблагоприятных погодных условиях. Это позволит избежать в первую очередь возникновению ситуаций с несчастными случаями, а во-вторых уменьшить уплотнение плодородного слоя почв.



Данные карты, составленные в этой статье, могут быть полезны при дальнейшем планировании и проектировании как природных парков, так и геопарков. Также эти карты могут помочь при анализе и прогнозе возможных изменений в следствии воздействия организованной и стихийной рекреации, а также туризма, как это было уже кратко изложено текстом выше.

---

1. Борисова Е.А. Оценка рекреационной устойчивости почвенно-растительного покрова особо охраняемых природных территорий Удмуртии [Электронный ресурс]. Диссертация. – Пермь, 2013. – 20 с.

2. Пономарев С.Б., Борисова Е.А. Способ оценки рекреационного потенциала почвы [Электронный ресурс]. Реферат. – Ижевск, 2009. – 5 с.

3. Чижова В.П. Рекреационные нагрузки в зонах отдыха. – М.: Лесная промышленность, 2017. – 192 с.

4. Шапкин Д.В. Оценка рекреационного потенциала почв на примере Бугульминско-Белебеевской возвышенности // Перспективные научные исследования молодых ученых: сборник статей всероссийской научной конференции (Северодвинск, Ноябрь 2022) – СПб.: ГНИИ Нацразвитие, 2022.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Атабиева Фатимат Адраевна, кандидат химических наук, Руководитель Испытательного лабораторного центра, Высокогорный геофизический институт, Нальчик; Atabieva Fatimat Adraevna, Vysokogornyy Geophysical Institute

Гиндуллина Кадрия Ришатовна, Бирский филиал «Башкирского государственного университета», Бирск; Gindullina Kadriya Richatovna, Birsky branch of the "Bashkir State University"

Гладышева Ольга Валериевна, кандидат сельскохозяйственных наук, Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, Воронеж; Gladysheva Olga Valerievna, Voronezh state medical University named after N. N. Burdenko

Гончар Юрий Николаевич, генеральный директор, кандидат технических наук, Главный контрольно-испытательный центр питьевой воды, Москва; Yuri Nikolaevich Gonchar, The main checkpoint testing centre of drinking water

Гудыменко Василий Анатольевич, зав. ЛРИ, кандидат биологических наук, Главный контрольно-испытательный центр питьевой воды, Москва; Vasily Anatolievich Gudymenko, The main checkpoint testing centre of drinking water

Гудыменко Наталья Олеговна, ст. эксперт ЛРИ, аспирант, Главный контрольно-испытательный центр питьевой воды, Москва; Natalia Olegovna Gudymenko, The main checkpoint testing centre of drinking water

Иванова Елена Юрьевна, кандидат географических наук, Московский государственный областной университет, Королёв, Ivanova Elena Yurievna, Moscow State Regional University

Катин Виктор Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск; Katin Viktor Dmitrievich, Far Eastern State Transport University

Кочергина Екатерина Сергеевна, Российский государственный университет МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва; Kochergina Ekaterina Sergeevna, Russian State Agrarian University

Кубалова Людмила Муратовна, кандидат химических наук, доцент, Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова, Владикавказ; Kubalova Lyudmila Muratovna, North Ossetian State University named after Kosta Levanovich Khetagurov

Куницын Андрей Сергеевич, Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, Воронеж; Kunitsyn Andrey Sergeyeovich, Voronezh state medical University named after N. N. Burdenko

Лобачева Ольга Леонидовна, кандидат химических наук, доцент, Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург; Lobacheva Olga Leonidovna, Saint Petersburg Mining University

Магомадова Луиза Имрановна, ст. преподаватель, Грозненский нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова, Грозный; Magomadova Louise Imranovna, Grozny Oil Technical University named after academician Md Millionshchikov

Матвеева Изабелла Петровна, кандидат биологических наук, доцент, Северо-Восточный федеральный университет, Якутск; Matveeva Izabella Severo-Eastern Federal University

Михеева Валерия Юрьевна, Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Miheeva Valerya Urievna, Saint Petersburg Mining University

Орцухаева Зинаида Ширвановна, доцент, Грозненский нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова, Грозный; Ortsuhaeva Zinaida Shirvanovna, Grozny Oil Technical University named after academician Md Millionshchikov

Отарова Асият Салиховна, мл. научный сотрудник, Высокогорный геофизический институт, Нальчик; Otarova Asiyat Salikhovna, Vysokogorny Geophysical Institute

Потапова Елена Владимировна, доктор сельскохозяйственных наук, кандидат биологических наук, профессор, Иркутский государственный университет, Иркутск; Potarova Elena Vladimirovna, Irkutsk state university

Потетюрин Максим Александрович, Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск; Potetyurin Maksim Alexandrovich, Far Eastern State Transport University

Псарев Александр Михайлович, доктор биологических наук, доцент, Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет имени В.М. Шукшина, Бийск; Psarev Aleksandr Mikhailovich, Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy

Сальва Андрей Михайлович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Якутская государственная сельскохозяйственная академия, Якутск; Salva Andrey, Yakut state agricultural Academy

Сланова Дарья Александровна, Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова, Владикавказ; Slanova Darya Aleksandrovna, North Ossetian State University named after Kosta Levanovich Khetagurov

Соколова Оксана Евгеньевна, аспирант, Иркутский государственный университет, Иркутск; Sokolova Oksana Evgenyevna, Irkutsk state university

Соловицкий Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Кемеровский государственный университет, Кемерово; Aleksander Nikolaevich Solovitskiy, Kemerovo State University

Степанова Юлия Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Самарский государственный аграрный университет, Кинель; Stepanova Yulia Vladimirovna, Samara State Agricultural University

Ушакова Галина Геннадьевна, кандидат биологических наук, доцент, Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет имени В.М. Шукшина, Бийск; Ushakova Galina Gennadyevna, Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy

Хучунаева Любовь Васильевна, Высокогорный геофизический институт, Нальчик; Khuchunaeva Lubov Vasilevna, High Mountain Geophysical Institute

Шапкин Денис Вячеславович, Уфимский университет науки и технологий, Уфа; Shapkin Denis Vyacheslavovich, Ufimsky university of science and technology

Щербина Виталий Георгиевич, кандидат биологических наук, Институт природно-технических систем, Сочи; Scherbina Vitaliy Georgievich, St. Natural and Technological Systems Institute Sochi

Яппарова Эльвира Нигматуллаевна, кандидат биологических наук, доцент, Бирский филиал Башкирского государственного университета, Бирск; Yapparova Elvira Nigmatullaevna, Birsky branch of the "Bashkir State University"

Яшин Валерий Михайлович, кандидат технических наук., ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, Москва; Yashin Valery Mikhaylovich, All-Russian Research Institute for Hydraulic Engineering and Land Reclamation