

Содержание

Содержание.....	1
Введение: актуальность темы, проблематика, цели, задачи	2
Актуальность темы	2
Проблематика	3
Цели и задачи работы	5
Основные идеи и механизмы круговорота веществ в природе.....	7
Краткое описание концепции круговорота веществ	7
Заключение	9
Главные механизмы и цепи круговорота	9
Выводы по теме.....	11
Практическое значение и рекомендации.....	12
Список литературы	14

Введение: актуальность темы, проблематика, цели, задачи

Актуальность темы

Актуальность изучения круговорота веществ в природных системах не вызывает сомнений, поскольку этот процесс является основополагающим для поддержания жизни на Земле. Круговорот веществ охватывает разнообразные аспекты, включая круговороты воды, углерода, азота и других элементов, играющих критическую роль в экосистемах. Понимание этих процессов важно для решения ряда экологических и социальных проблем, таких как изменение климата, загрязнение окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.

Современные исследования показывают, что нарушение естественного круговорота веществ приводит к серьезным последствиям, включая ухудшение качества воды и воздуха, деградацию почв и потерю биоразнообразия. Например, чрезмерное использование удобрений может привести к накоплению нитратов в водоемах, что, в свою очередь, способствует эвтрофикации — процессу, вызывающему массовое цветение водорослей и гибель рыб. Это подчеркивает важность изучения механизмов круговорота веществ для разработки эффективных стратегий охраны окружающей среды и устойчивого управления природными ресурсами.

Изменения в климатической системе и антропогенное влияние на экосистемы также ставят перед учеными новые задачи. Круговороты веществ напрямую связаны с климатическими процессами: углеродный цикл, например, влияет на концентрацию углекислого газа в атмосфере, что, в свою очередь, определяет глобальную температуру. Изменения в этих процессах могут приводить к неожиданным последствиям, таким как

изменение погодных условий или увеличение частоты стихийных бедствий. Изучение круговорота веществ помогает понять, каким образом эти процессы взаимосвязаны, и как мы можем минимизировать негативные воздействия на климат и окружающую среду [10].

Таким образом, исследование круговорота веществ является не только активным направлением научной деятельности, но и неотъемлемой частью современных экологических технологий и устойчивого развития. Знания об этих процессах открывают возможности для создания более сбалансированных и эффективных систем управления ресурсами, что, в свою очередь, способствует улучшению качества жизни и сохранению природного наследия для будущих поколений.

Актуальность темы также заключается в необходимости воспитания экологической сознательности и ответственности в обществе. Осознание значимости круговорота веществ помогает людям понимать, какое влияние они оказывают на окружающую среду и как их повседневные действия могут влиять на глобальные экосистемные процессы. Это особенно важно в условиях быстрого развития технологий и постоянного увеличения нагрузки на природные ресурсы. Применение результатов научных исследований в практической деятельности позволит достичь более высокого уровня гармонии между человеческой деятельностью и природой, что подчеркивает необходимость к практическому применению знаний о круговороте веществ в экосистемах [26].

Проблематика

Важность изучения круговорота веществ в природе не может быть переоценена, и одновременно с этим в данной области существует ряд проблем и вопросов, требующих внимания ученых, экологов и политиков. Одной из главных проблем является нарушение естественных циклов в

результате человеческой деятельности, что влечет за собой серьезные экологические и социальные последствия.

Одним из наиболее ярких примеров является загрязнение водоемов, вызванное сбросом сточных вод, отравляющих элементы водного цикла. В результате этого происходит накопление токсичных веществ в водах и накапливание их в организмах живых существ, что ведет к изменению экосистем и угроза существованию многих видов. Процесс эвтрофикации, вызванный избытком питательных веществ, может привести к гибели рыбы и других водных организмов, что подчеркивает критичность состояния круговорота воды в природе.

Кроме того, актуальной становится проблема глобального потепления, связанная с углеродным циклом. Избыточные выбросы углекислого газа и других парниковых газов в атмосферу, вызванные промышленностью и сельским хозяйством, нарушают баланс углерода. Это приводит к увеличению температуры на планете и изменению климатических условий, что в свою очередь влияет на другие циклы веществ, такие как водный и азотный. Интересно, что недостаточное внимание к вопросам сохранения лесов, как важных активов в углеродном цикле, усугубляет данную проблему [23].

Кроме того, есть и другие важные вопросы, связанные с круговоротом веществ. Например, устойчивое земледелие требует особого внимания к азотному циклу, так как чрезмерное использование удобрений может привести к вымыванию нитратов из почвы и их попаданию в водоемы, что неблагоприятно сказывается на экосистемах. Этот процесс также угрожает качеству питьевой воды, что делает проблему особенно актуальной для аграрных стран и регионов, где сельское хозяйство является основным источником дохода.

Анализируя круговорот веществ, важно учитывать влияние урбанизации: все больше городов сталкиваются с проблемами утилизации отходов и их влияния на круговорот. Нарастающее население и недостаточное внимание к переработке отходов приводят к накоплению мусора на свалках, что в свою очередь загрязняет почву и подземные воды, нарушая естественные циклы [26].

Таким образом, проблематика круговорота веществ в природе заключена в многообразии взаимосвязанных вопросов, которые требуют комплексного анализа и понимания. Решение этих проблем напрямую связано с образованием и внедрением экологически устойчивых практик, направленных на восстановление и защиту природных ресурсов, что подчеркивает важность дальнейших исследований в данной области.

Цели и задачи работы

Цели и задачи данного исследования направлены на углубленное понимание круговорота веществ в природе и выявление методов, способствующих его сохранению и восстановлению в условиях актуальных экологических вызовов. Основной целью работы является создание надежной научной базы, на основе которой можно разработать эффективные стратегии управления ресурсами и сохранить экосистемы, находящиеся под угрозой.

Первая цель исследования заключается в анализе существующих моделей круговорота веществ, чтобы выявить ключевые механизмы, влияющие на стабильность природных процессов. Для достижения этой цели необходимо обобщить данные о природных циклах, таких как углеродный, азотный и водный циклы, а также рассмотреть их взаимодействие и взаимовлияние. Это позволит лучше понять, как антропогенные факторы нарушают эти

замкнутые системы и какие действия необходимы для их восстановления [12].

Второй аспект исследования сосредоточен на разработке рекомендаций по практическому применению полученных знаний. Это предполагает анализ существующих методов устойчивого управления ресурсами, направленных на минимизацию негативного воздействия на круговорот веществ. Одной из задач станет изучение передовых технологий в сельском хозяйстве и промышленности, которые могут способствовать восстановлению нарушенных экосистем.

Таким образом, конкретные задачи работы могут быть сформулированы следующим образом:

1. Провести систематизацию информации о текущих состояниях различных круговоротов веществ в природе и их взаимосвязи.
2. Оценить влияние человеческой деятельности на основные циклы и выделить наиболее критические аспекты, требующие особого внимания.
3. Изучить передовые международные практики, направленные на восстановление круговорота веществ и разработать рекомендации для их применения на локальном уровне.
4. Провести оценку эффективности предложенных мер и разработать критерии для мониторинга состояния природных систем.

Основной результат, который планируется достичь в ходе исследования, заключается в создании единой платформы для взаимодействия различных заинтересованных сторон, таких как ученые, экологические организации и предприятия. Это позволит объединить усилия в борьбе с актуальными экологическими проблемами и разработать совместные инициативы, способствующие восстановлению круговорота веществ в природе.

Важным аспектом является также распространение полученных результатов исследования, что позволит повысить общественное понимание значимости сохранения экосистем и устойчивости природных процессов, а также стимулировать активные действия к восстановлению нарушенного баланса. Таким образом, эта работа способствует не только научному познанию, но и практическому применению знаний для улучшения состояния окружающей среды [14].

Основные идеи и механизмы круговорота веществ в природе

Краткое описание концепции круговорота веществ

Круговорот веществ в природе представляет собой сложный и динамичный процесс, который обеспечивает непрерывное движение элементов через различные компоненты экосистемы — атмосферу, гидросферу, литосферу и биосферу. Этот процесс включает в себя множество этапов и взаимодействий, которые позволяют веществам, необходимым для жизни, передаваться от одной формы к другой и обеспечивать таким образом поддержку жизни на планете.

Одним из ключевых принципов круговорота веществ является его замкнутая природа. Все элементы, необходимые для жизни, циркулируют в замкнутых системах, что позволяет им использоваться многократно в различных биохимических процессах. Примером такого круговорота является углеродный цикл, который включает в себя фиксацию углекислого газа растениями в процессе фотосинтеза, преобразование углерода в органические соединения, его использование живыми организмами, а затем обратно в атмосферу в результате дыхания, разложения и сгорания органических веществ [6].

Другим важным аспектом является взаимосвязь между различными круговоротами. Например, круговорот воды влияет на круговороты питательных веществ, таких как азот и фосфор. Вода необходима для многих биохимических реакций, а ее перемещение в экосистеме влияет на доступность питательных веществ для растений и животных. Осадки, например, могут вымывать питательные вещества из почвы в водоемы, что также может привести к изменению экосистемных балансов в результате эвтрофикации [1].

Существует несколько типов круговоротов, каждый из которых охватывает свои специфические процессы. Круговорот воды, или гидрологический цикл, представляет собой цикл, в котором вода испаряется из поверхностей, конденсируется в облаках и возвращается на землю в виде осадков. Этот процесс не только обеспечивает доступ к воде для всех живых организмов, но также влияет на климатические условия и порядки растений.

Круговороты углерода и азота имеют свои уникальные механизмы. Углеродный цикл, как уже упоминалось, включает в себя фотосинтез и дыхание, в то время как азотный цикл связан с фиксированием азота из атмосферы микробами и его превращением в доступные для растений формы, такие как нуклеиновые кислоты и аминокислоты. Эти циклы взаимодействуют и влияют друг на друга, таким образом поддерживая биоразнообразие и стабильность экосистем.

Понимание этих процессов позволяет улучшить управление экосистемами и предсказывать последствия человеческой деятельности на природу. Например, знание о том, как углерод и азот циркулируют в атмосфере и почвах, может помочь разработать стратегии по снижению антропогенных выбросов и эффективному использованию ресурсов. Исследование круговорота веществ становится основополагающим для разработки

достижений в области устойчивого развития и охраны окружающей среды, так как понимание этих процессов является критически важным для сохранения экосистем и обеспечения безопасного будущего для всех живых организмов.

Заключение

Главные механизмы и цепи круговорота

Изучение главных механизмов и цепей круговорота веществ в природе имеет ключевое значение для понимания того, как происходит перемещение и переработка веществ в биосфере, атмосфере и гидросфере. Эти механизмы обеспечивают жизнедеятельность экосистем, поддерживая баланс и устойчивое функционирование природных процессов.

Одним из базовых механизмов круговорота является фотосинтез, который играет центральную роль в углеродном цикле. Растения, поглощая углекислый газ из атмосферы и воду из почвы, с помощью солнечной энергии преобразуют их в органические соединения и кислород. Этот процесс не только обеспечивает основу для пищевых цепей, но и служит важным элементом в регуляции содержания углекислого газа в атмосфере [25]. После того как растения образуют органическое вещество, оно переходит к *herbivores* (травоядным) и затем к *carnivores* (плотоядным), образуя цепи питания. В процессе разложения организмов бактерии и грибы возвращают углерод в почву и атмосферу, завершая цикл.

Водный цикл, или гидрологический цикл, демонстрирует важные механизмы, которые управляют движением воды между различными компонентами Земли. Испарение воды из поверхностей рек, озер и океанов, конденсация и образование облаков — это важные этапы, которые обеспечивают движение воды в атмосфере. Дожди возвращают пресную

воду обратно на землю, где она может просачиваться в почву или стекать в водоемы. Этот цикл поддерживает не только жизнь растений, но и многих животных, которые зависят от доступности пресной воды для выживания [11].

Следующий важный механизм — азотный цикл, который играет ключевую роль в обеспечении организмов необходимыми питательными веществами. Азот в атмосфере фиксируется с помощью специфических бактерий, производящих соединения, доступные для усвоения растениями. Затем этот азот проходит через пищевую цепь и возвращается в атмосферу или почву в виде разлагающихся органических веществ и отходов.

Также стоит отметить, что круговороты веществ не существуют изолированно. Например, углеродный и азотный циклы влияют друг на друга через растительность, которая использует как углерод, так и азот для синтеза необходимых для жизни молекул. Эти взаимосвязи подвергаются значительному воздействию антропогенных факторов, таких как сельское хозяйство и индустриализация, что приводит к нарушению естественных циклов.

Механизмы круговорота веществ также отражают сложные взаимодействия между различными экосистемами. Например, изменение климата влияет на температуру и уровень осадков, что в свою очередь может изменять схемы миграции видов, затрагивая тем самым весь устойчивый баланс в экосистемах. Изучение этих механизмов необходимо для разработки практических решений, направленных на смягчение изменений, вызванных человеческой деятельностью, таких как увеличение выбросов парниковых газов, которые в свою очередь нарушают природные процессы круговорота веществ.

Таким образом, понимание главных механизмов и цепей круговорота веществ является необходимым этапом для защиты окружающей среды и достижения устойчивого развития. Эти знания позволят выработать эффективные стратегии управления ресурсами и реализации экологически безопасных технологий, обеспечивая тем самым баланс между человеческой деятельностью и природными процессами.

Выводы по теме

В ходе исследования круговорота веществ в природе мы пришли к важным выводам, подчеркивающим значимость сохранения природных цепей и поддержания баланса в экосистемах. Понимание механики круговоротов — водного, углеродного, азотного и других — крайне необходимо для осознания их роли в поддержании жизни на планете. Эти циклы обеспечивают обмен веществ и энергии, позволяя поддерживать жизнедеятельность всех организмов и здоровье экосистем.

Во-первых, мы выяснили, что круговорот веществ представляет собой сложную сеть взаимосвязей, где каждое звено играет свою незаменимую роль. Нарушение одного из этих процессов может привести к цепной реакции с неприятными последствиями для окружающей среды. Например, изменение климата, вызванное наращиванием выбросов парниковых газов, влияет как на углеродный, так и на водный циклы, что в свою очередь затрагивает биоразнообразие, состояние почв и общее экологическое здоровье. Современные исследования подчеркивают, что подобные нарушения имеют глобальное значение и требуют незамедлительных мер по охране природных циклов [15].

Во-вторых, защитные меры, направленные на сохранение круговорота веществ, уже реализуются в разных странах. Это включает в себя создание охраняемых природных зон, поддержку устойчивых методов сельского

хозяйства, внедрение технологий для снижения выбросов в атмосферу и управление водными ресурсами. Применение таких практик укрепляет экосистемы и способствует их восстановлению, тем самым улучшая качество жизни и сохраняя природное наследие [19].

Еще один важный вывод заключается в необходимости повышения осведомленности общественности о значении круговорота веществ и важности сохранения природы. Образование и просветительская работа способны вдохновить людей на участие в экологических инициативах и помочь изменить привычки, которые наносят вред экосистемам. Важно помнить, что действия каждого из нас могут оказать положительное влияние на состояние окружающей среды.

Таким образом, работа позволила подчеркнуть, что круговороты веществ в природе являются неотъемлемыми основами биосферы, и их сохранение — это не просто задача ученых и экологов, но и целого общества. Устойчивый подход к использованию ресурсов и восстановлению природы поможет нам преодолеть экологические вызовы современности и обеспечить будущее для будущих поколений. Хранение баланса природных цепей не только способствует развитию устойчивых экосистем, но и является основой для устойчивого развития всей планеты, учитывающего интересы как человеческого общества, так и природы.

Практическое значение и рекомендации

Практическое значение исследований круговорота веществ в природе невозможно переоценить, и на основе полученных данных можно выработать ряд рекомендаций по охране и рациональному использованию природных ресурсов. Эти рекомендации направлены на восстановление и сохранение экосистем, а также на устойчивое развитие общества, которое позволит сбалансировать потребности человека и нужды природы.

Первое и важное направление рекомендаций заключается в совершенствовании систем управления водными ресурсами. Это включает внедрение технологий, направленных на экономию воды в сельском хозяйстве, таких как капельное орошение, которое существенно снижает потери влагой. Также необходимо развивать систему сбора дождевой воды для ее последующего использования, что поможет уменьшить нагрузку на водные ресурсы и обеспечит доступ к пресной воде в засушливых регионах [21].

Второе направление касается управления углеродными выбросами. Рекомендации включают переход на возобновляемые источники энергии, такие как солнечная, ветряная и биомасса. Эффективное использование этих ресурсов не только снизит уровень углекислого газа в атмосфере, но и содействует развитию новых технологий и созданию рабочих мест в экологически чистых отраслях. Более того, поддержка и восстановление лесов, как стратегически важных для углеродного цикла, играют существенную роль в смягчении последствий изменения климата [20].

Третье направление касается повышения устойчивости сельского хозяйства. Устойчивые методы ведения сельского хозяйства, такие как агролесоводство и сельское хозяйство с каждым годом становятся все более актуальными. Использование таких методов не только способствует сохранению биоразнообразия и почвы, но и позволяет оптимизировать использование удобрений и пестицидов, что растворяет вредные химикаты в природе и увеличивает устойчивость к заболеваниям.

Четвертое направление связано с образованием и просвещением. Учебные программы, направленные на формирование экологической грамотности, помогут населению лучше понять важность круговорота веществ и его

влияние на повседневную жизнь. Разработка и внедрение образовательных кампаний об экологии и природных ресурсах не только повысит осведомленность, но и сподвигнет людей к более ответственному использованию ресурсов и участие в охране окружающей среды.

В заключение, практическое значение изучения круговорота веществ в природе выходит за рамки простого академического интереса. Это исследование должно стать основой для формирования рекомендаций и практических шагов, способствующих охране природы, рациональному использованию ресурсов и устойчивому развитию общества. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов — это вызов, который требует объединенных усилий со стороны государства, бизнеса и общества в целом.

Список литературы

1. Т.В. Леонидова, Н.К. Сидоренкова, Н.А. Блохина, Иван Д. Харитонов. Содержание тяжёлых металлов в прибрежной зоне автомагистралей. DOI 10.17513/mjpf.12657 // International Journal of Applied and Fundamental Research (Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований). 01.01.2019 URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=12657> (дата обращения: 02.10.2025).
2. И.В. Кораблина, С.В. Котов, Т.О. Барабашин. Азовский ляц как индикатор загрязнения экосистемы Азовского моря. DOI 10.36038/2307-3497-2019-178-84-103 // Trudy VNIRO. 01.01.2019 URL: http://vniro.ru/files/trydi_vniro/archive/tv_2019_t_178_article_7.pdf (дата обращения: 02.10.2025).
3. Леонтий Ф. Горовой, В.Н. Косьяков. Клеточная стенка грибов — оптимальная структура для биосорбции. DOI 10.7124/bc.000439 // Biopolymers and Cell. 20.07.1996 URL:

<http://biopolymers.org.ua/doi/10.7124/bc.000439> (дата обращения: 02.10.2025).

4. Наталья Косых, Н. П. Миронычева-токарева, Е. К. Паршина, Наталия П. Косых, Н. П. Миронычева-токарева, Е. К. Паршина. Бюджет химических элементов в болотных экосистемах средней тайги Западной Сибири. DOI 10.17816/edgcc1185-95 // Environmental Dynamics and Global Climate Change. 15.03.2010 URL: <http://journals.eco-vector.com/EDGCC/article/view/6456> (дата обращения: 02.10.2025).

5. Г. Фиштейн. СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ОРГАНИЗМОВ В ЗАМКНУТЫХ МИКРОЭКОСИСТЕМАХ. DOI 10.3176/biol.1984.2.07 // Proceedings of the Academy of Sciences of the Estonian SSR Biology. 01.01.1984 URL: [https://kirj.ee/proceedings-of-the-academy-of-sciences-of-the-estonian-ssr-biology/?filter\[year\]=1984&filter\[issue\]=1025&filter\[publication\]=8894](https://kirj.ee/proceedings-of-the-academy-of-sciences-of-the-estonian-ssr-biology/?filter[year]=1984&filter[issue]=1025&filter[publication]=8894) (дата обращения: 02.10.2025).

6. Т. В. Москаленко, В. А. Михеев, Е. В. Ворсина. Искусственно полученные гуминовые вещества для восстановления почв. DOI 10.17513/use.36659 // Успехи современного естествознания (Advances in Current Natural Sciences). 01.01.2018 URL: <https://natural-sciences.ru/en/article/view?id=36659> (дата обращения: 02.10.2025).

7. Владимир Зиновьевич Макаров, Виктор Александрович Гусев, Юрий Владимирович Волков, Виктор Александрович Затонский, Александр Михайлович Неврюев. Бензопирен в атмосфере городов Саратовской области. DOI 10.18500/1819-7663-2019-19-1-12-17 // Izvestiya of Saratov University Earth Sciences. 01.01.2019 URL: <https://geo.sgu.ru/ru/articles/benzapiren-v-atmosfere-gorodov-saratovskoy-oblasti> (дата обращения: 02.10.2025).

8. А. А. Дубина, Н. Н. Цветкова. Уровень содержания и особенности распределения меди в почвах лесных биогеоценозов Присамарского стационара. DOI 10.15421/010909 // Biosystems Diversity. 18.03.2009 URL:

<https://ecology.dp.ua/index.php/ECO/article/view/150> (дата обращения: 02.10.2025).

9. Алексей Макрушин, О.Ю. Кузьмина. ТАК ЛИ МРАЧНО БУДУЩЕЕ БИОСФЕРЫ И ЧЕЛОВЕЧЕСТВА, КАК ДУМАЮТ НЕКОТОРЫЕ АВТОРЫ?. DOI 10.24855/biosfera.v6i1.198 // Биосфера. 31.03.2014 URL: <http://21bs.ru/index.php/bio/article/view/198> (дата обращения: 02.10.2025).

10. А.В. Яблоков, В.Ф. Левченко, А.С. Керженцев. Преодолимы ли трудности перехода антропосферы в ноосферу. DOI 10.24855/biosfera.v8i3.257 // Биосфера. 31.10.2016 URL: <http://21bs.ru/index.php/bio/article/view/257> (дата обращения: 02.10.2025).

11. А.К. Бродский, Д.В. Сафронова. ГЛОБАЛЬНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС: ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ БИОРАЗНООБРАЗИЯ. DOI 10.24855/biosfera.v9i1.323 // Биосфера. 31.03.2017 URL: <http://21bs.ru/index.php/bio/article/view/323> (дата обращения: 02.10.2025).

12. А. Н. Никитин, О. А. Шуракнова, Егор В. Мищенко, Галина Леферд. НАКПЛЕНИЕ ^{137}Cs В ВОЗДУШНЫХ ЧАСТЯХ МОЛОДОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ВЛИЯНИИ КОРОТКОГО ИЗМЕНЕНИЯ УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВЫ. DOI 10.46646/sakh-2020-1-365-369 // SAKHAROV READINGS 2020: ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE XXI CENTURY. 01.01.2020 URL: <http://reading.iseu.bsu.by/wp-content/uploads/2020/08/365-369.pdf> (дата обращения: 02.10.2025).

13. А. И. Антошкина, Л. А. Шмелева. Особенности состава, структуры и условий формирования хирнанских отложений в Тимано- northern Ural осадочном бассейне. DOI 10.24930/1681-9004-2018-18-4-543-565 // LITHOSPHERE (Russia). 01.09.2018 URL: <https://www.lithosphere.ru/jour/article/view/236> (дата обращения: 02.10.2025).

14. Х.О. Чотчаев, О.Г. Бурдзиева, В.Б. Заалишвили. Влияние геодинамических процессов на геоэкологическое состояние высокогорных территорий. DOI 10.46698/vnc.2020.87.26.005 // Геология и геофизика Юга

России. 21.12.2020 URL: <http://geosouth.ru/article/view/625/582> (дата обращения: 02.10.2025).

15. Василий Дмитриев, Ирина Фёдорова, Анна С. Бирюкова. Подходы к оценке и ГИС-картированию устойчивости и экологического благополучия геосистем. Часть IV. Интегрированная оценка экологического благополучия наземных и водных экосистем. DOI 10.21638/11701/spbu07.2016.204 // Vestnik of Saint Petersburg University Geology Geography. 01.01.2016 URL: <http://hdl.handle.net/11701/2593> (дата обращения: 02.10.2025).

16. Юрий Ю. Ковалев. МАТЕРИАЛЬНЫЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТАБОЛИЗМ И ПРОСПЕКТЫ СО-ЭВОЛЮЦИИ КОМПЛЕКСНЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СИСТЕМ. DOI 10.17072/2079-7877-2019-1-132-143 // Географический вестник = Geographical bulletin. 01.01.2019 URL: <http://press.psu.ru/index.php/geogr/article/view/2218/1651> (дата обращения: 02.10.2025).

17. А.Г. Коновалов, Д. В. Рисник, А. П. Левич, П. В. Фурсова. ОБЗОР ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И НОРМИРОВАНИЮ КАЧЕСТВА ПОЧВ. DOI 10.24855/biosfera.v9i3.371 // Биосфера. 30.09.2017 URL: <http://21bs.ru/index.php/bio/article/view/371> (дата обращения: 02.10.2025).

18. З. И. Солтанмурадова, Н. О. Гусейнова, Р. Т. Раджабова. Экологическая и геохимическая оценка городских почв на Каспийском. DOI 10.18470/1992-1098-2012-4-116-121 // South of Russia ecology development. 16.11.2014 URL: <http://ecodag.elpub.ru/ugro/article/view/140> (дата обращения: 02.10.2025).

19. Аминет Тючез. Навоз птицы и его использование в качестве органического удобрения. DOI 10.21515/1990-4665-128-061 // Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University. 28.04.2017 URL: <http://ej.kubagro.ru/2017/04/pdf/61.pdf> (дата обращения: 02.10.2025).

20. Инна Владимировна Воскобойникова, Владимир Михайлович Ивонин.

Природоподобие агролесомелиоративных систем. DOI 10.52575/2712-7443-2023-47-2-268-281 // Региональные геосистемы. 30.06.2023 URL: <https://reg-geosystems-journal.ru/index.php/journal/article/view/165> (дата обращения: 02.10.2025).

21. В. В. Заика. История развития экологических исследований в Туве. DOI 10.25178/nit.2020.2.17 // The New Research of Tuva. 07.06.2020 URL: <https://nit.tuva.asia/nit/article/view/936> (дата обращения: 02.10.2025).

22. Наталья Андреевна Волкова, И. С. Иванова, Денис А. Соколов, Юлия Викторовна Колубаева, Дарья Ивановна Чуйкина. КОНЦЕНТРАЦИИ И ИСТОЧНИКИ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ВОДЕ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ РЕК СЕВЕРНЫХ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ. DOI 10.18799/24131830/2023/4/3924 // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University Geo Assets Engineering. 08.04.2023 URL: <http://izvestiya-tpu.ru/archive/article/view/3924> (дата обращения: 02.10.2025).

23. Е. Н. Патова, А. С. Стенина, Л. Н. Тикушева, Ольга Лоскутова, Михаил Сивков. Всеобъемлющая оценка влияния инфраструктуры для транспорта углеводородов на водные экосистемы в бассейне реки Кара. DOI 10.21513/0207-2564-2018-2-30-50 // PROBLEMS OF ECOLOGICAL MONITORING AND ECOSYSTEM MODELLING. 01.01.2018 URL: http://downloads.igce.ru/journals/PEMME/PEMME_2018/PEMME_2018_2/Patova_E_N_et_al_PEMME_2018_2.pdf (дата обращения: 02.10.2025).

24. Б. И. Кочуров, Вадим В. Кулнев, Илья Викторович Цветков. Мультифрактальные модели воздействия на водную экосистему: отклик, риск, управление. DOI 10.52575/2712-7443-2022-46-1-71-80 // Региональные геосистемы. 30.03.2022 URL: <https://reg-geosystems-journal.ru/index.php/journal/article/view/101> (дата обращения: 02.10.2025).

25. О.В. Халикова, Регина Рафаиловна Исянюлова. Эффект отдыха на почвенное покрытие на побережье Черного моря в России. DOI 10.18698/2542-1468-2019-6-51-59 // FORESTRY BULLETIN. 01.12.2019

URL: https://les-vest.msfu.ru/les_vest/2019/6_2019/51-59.pdf (дата обращения: 02.10.2025).

26. В. В. Рожнов, И. А. Лавриенко, Владимир Ю. Разживин, О. Л. Макарова, О. В. Лавриенко, В. В. Ануфриев, А. Б. Бабенко, М. С. Бизин, П. М. Глазов, С. В. Горячкин, А. А. Колесникова, Н. В. Матвеева, Сергей Пестов, Владислав В. Петровский, Ольга Б. Покровская, А. В. Танасевич, Андрей Г. Татарынов. Ревизия биоразнообразия крупного арктического региона как основа для его мониторинга и защиты в условиях активного экономического развития (Ненецкий автономный округ, Россия). DOI 10.24189/ncr.2019.015 // Nature Conservation Research. 24.04.2019 URL: <http://ncr-journal.bear-land.org/article/190> (дата обращения: 02.10.2025).