

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Е. В. Кривоpusкова

ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ,
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Калининград
2022

Рецензент

кандидат биологических наук, доцент кафедры водных биоресурсов и
аквакультуры ФБОУ ВО «КГТУ» Е. А. Масюткина

Кривоpusкова, Е. В. Основы природопользования: учеб.-методич. пособие по выполнению лабораторных работ для студ. бакалавриата по напр. подгот. 05.03.06 Экология и природопользование / **Е. В. Кривоpusкова.** – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 73 с.

В учебно-методическом пособии «Основы природопользования» представлен перечень заданий для выполнения лабораторных работ, включающий в себя описание методики расчета, общую информацию, объясняющую суть лабораторной работы и актуальность ее выполнения, рекомендации по выполнению, а также задания и вопросы для текущего контроля.

табл. 33, рис. 2

Локальный электронный методический материал. Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ. Рекомендовано к использованию в учебном процессе методической комиссией института рыболовства и аквакультуры ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» «30» ноября 2022 г., протокол № 8

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. «КОМПЛЕКСНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЕЕ СОСТОЯНИЕ».....	8
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. «ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ».....	14
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. «ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ АВТОТРАНСПОРТОМ»	22
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. «РАСЧЕТ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ОТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ (СЖИГАНИЕ ТОПЛИВА)»	31
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. «ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ»	36
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6. «ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ».....	40
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. СОЗДАНИЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ.....	48
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8. «ПОЛИГОНЫ ТБО И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ»	58
Приложение 1	65
Приложение 2	69
Приложение 3	71
Приложение 4	72

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ разработано для направления подготовки 05.03.06 Экология и природопользование (для очной формы обучения) по дисциплине «Основы природопользования» входящей в общепрофессиональный модуль части, формируемой участниками образовательных отношений.

Целью освоения дисциплины «Основы природопользования» заключается в формировании у них знаний основных закономерностей природопользования, соответствующих принципам устойчивого развития биосферы.

Особой задачей изучения дисциплины является формирование представления о природопользовании как неотъемлемой части жизнедеятельности человека, и о рациональном использовании природных ресурсов как результат сложного переплетения, и взаимодействия различных сфер его деятельности (производственной, сельскохозяйственной, социальной, культурной, традиционной, эстетической, нравственной, экономической, как биологического вида и др.) во взаимоотношении с природой.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные понятия природопользования;
- современное состояние природных ресурсов и основные тенденции их использования;
- природоресурсный потенциал, принципы и методы рационального природопользования;
- правовые и социальные вопросы природопользования;
- основные направления международного сотрудничества в области природопользования и охраны окружающей;

уметь:

- анализировать состояния основных природных ресурсов на основании информационных баз данных и давать рекомендации по их использованию;
- разрабатывать программы использования природных ресурсов;
- оценивать возможность использования ресурсного потенциала территорий;

владеть:

- навыками оценки использования природных ресурсов;
- информацией о современном состоянии энергетических, минерально-сырьевых, земельных, водных, биологических, агроклиматических, рекреационных ресурсов, ресурсов атмосферы;
- навыками разработки программ использования природных ресурсов для увеличения экономического потенциала территорий.

Дисциплина опирается на профессиональные компетенции, знания, умения и навыки в области экологии и природопользования обучающихся, полученные на предыдущем уровне образования и компетенций, полученных при изучении таких дисциплин как: «Общая экология», «Геоэкология», «Методы научных исследований» и т.д. Выполнение курсовой работы и последующая ее защита является одним из конечных шагов освоения дисциплины.

Студенты, приступающие к изучению данной дисциплины для успешного ее освоения, должны иметь представления о функционировании и равновесии природных и техногенных систем, знать основы рационального природопользования с учетом интересов развития науки и общества.

Дисциплина «Основы природопользования» формирует компетенции, используемые студентами в дальнейшей профессиональной деятельности, а также является базой при изучении таких дисциплин как «Глобальные и региональные проблемы природопользования», «Окружающая среда Балтийского моря», «Оценка воздействия на окружающую среду» и др., а также при подготовке выпускной квалификационной работы бакалавра.

Методические рекомендации определяют планирование, организацию и проведение лабораторных работ по учебной дисциплине, которые относятся к основным видам учебных занятий и составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки.

Выполнение студентом лабораторных работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплины «основы природопользования»;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

В предлагаемых материалах дан перечень лабораторных работ, рассмотрены их основные дидактические цели, формируемые умения и навыки, содержание. Раскрыта структура проведения лабораторной работы.

Лабораторные занятия – это одна из разновидностей практического занятия, являющаяся эффективной формой учебных занятий в организации высшего образования. Лабораторные занятия имеют выраженную специфику в зависимости от темы дисциплины «Основы природопользования», углубляют и закрепляют теоретические знания.

На этих занятиях студенты осваивают конкретные методы изучения дисциплины, обучаются экспериментальным способам анализа, умению работать современным оборудованием.

Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения. Следовательно, ведущей целью лабораторных работ является овладение техникой эксперимента, умение решать практические задачи путем постановки опыта. Для всех лабораторных работ, которые выполняют студенты в рамках дисциплины, в данном учебно-методическом пособии представлены рекомендации по подготовки к ним и их выполнению, а также порядок ее выполнения и форму отчета. Лабораторные занятия проводятся в составе академической группы с разделением на подгруппы.

Лабораторные занятия – существенный элемент учебного процесса в организации высшего образования, в ходе которого обучающиеся фактически впервые сталкиваются с самостоятельной практической деятельностью в конкретной области. Данный вид занятий, как и другие виды практических занятий, являются средним звеном между углубленной теоретической работой обучающихся на лекциях, семинарах и применением знаний на практике. Эти занятия удачно сочетают элементы теоретического исследования и практической работы. Выполняя лабораторные работы, студенты лучше усваивают программный материал, так как многие определения и формулы, казавшиеся отвлеченными, становятся вполне конкретными, происходит соприкосновение теории с практикой, что в целом содействует пониманию сложных вопросов науки и становлению студентов как будущих специалистов.

Лабораторные работы по дисциплине «Основы природопользования» как вид учебной деятельности должны проводиться в компьютерных классах. Перед выполнением лабораторной работы проводится проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Задания для выполнения лабораторных работ носят репродуктивный и частично-поисковый характер.

Работы, носящие репродуктивный характер, отличаются тем, что при их проведении студенты пользуются методическими указаниями, в которых указаны: цель работы, теоретический материал, задания, порядок выполнения работы, контрольные вопросы, основная и дополнительная литература.

Работы, носящие частично-поисковый характер, отличаются тем, что при проведении студенты не пользуются подробными инструкциями, им не задан порядок выполнения необходимых действий, выбор способов выполнения работы, инструктивной и справочной литературы.

Формы организации студентов для проведения лабораторных работ зависят от задания и могут носить групповой или индивидуальный характер.

При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2-5 человек.

При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. «КОМПЛЕКСНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЕЕ СОСТОЯНИЕ»

Цель – провести оценку экологического состояния территории с использованием комплексных показателей.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Сосуществование и взаимодействие естественных ландшафтов и встроенных в них человеком искусственных сооружений, устройств несколько меняет ландшафт, при этом изменяются растительный покров, режим течения рек при строительстве водохранилищ, шахт, карьеров, при нефтедобыче и т.д.

Новые техногенные, антропогенные компоненты входят в ландшафт, становятся его элементами, но ландшафт остается природной средой. Эти элементы «работают» вместе с природными, и именно их взаимодействие нужно изучать, чтобы уменьшить негативные последствия изменения ландшафта.

Воздействие человека на ландшафт рассматривается как природный процесс, в котором человек выступает как внешний фактор. Новые элементы (орошение, сооружения, техногенные выбросы) не вытекают из структуры ландшафта, не обусловлены им, и поэтому оказываются чужеродными, которые ландшафт стремится отторгнуть или модифицировать. В этой связи антропогенные элементы, внедряемые в ландшафт, являются неустойчивыми, не способными самостоятельно существовать без поддержки человека.

Геосистемы - природные системы различных уровней, охватывающие взаимосвязанные части литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы. Геосистема характеризуется общими критериями природной устойчивости.

Природно-техногенные комплексы (ПТК) представляют собой техногенно-природную геосистему. Для оценки техногенного воздействия, определения допустимого предела воздействия антропогенной нагрузки на геосистему необходимо определить ее устойчивость к техногенным нагрузкам.

Геосистема приспособлена к устойчивости и нормальному функционированию при возмущениях внешних природных факторов лишь в определенных пределах. Техногенные возмущения часто превосходят природные. Природно-техногенные комплексы - взаимосвязь природных и техногенных компонентов, образующих целостную систему различных уровней в природных ландшафтах, между которыми осуществляется обмен веществ и энергии.

ПТК – это неотъемлемая часть природообустройства, включающая в себя природные и техногенные компоненты.

Развитие человеческого общества привело к тому, что природные геосистемы постепенно вытесняются системами, имеющими техногенную составляющую. Устойчивое функционирование природно-техногенных геосистем

возможно только при выполнении принципа сбалансированности: совокупная антропогенная нагрузка, включающая все формы техногенного угнетения природной подсистемы, не должна превышать потенциал самовосстановления последней.

Геоэкологический анализ и оценка состояния территории проводятся с целью организации рационального использования земельных ресурсов, регламентации производственной деятельности, определения необходимости и разработки комплекса природоохранных мер. В настоящее время существует несколько подходов в проведении таких исследований:

- пофакторная оценка состояния окружающей среды с дальнейшей интеграцией показателей;
- использование комплексных показателей, характеризующих состояние реципиентов, воспринимающих негативное воздействие факторов окружающей среды;
- определение и сопоставление ресурсных потенциалов территории с антропогенным давлением.

Реальные природно-хозяйственные комплексы могут существенно отличаться от идеальных природно-техногенных геосистем (ПТГ) но взгляд на них с точки зрения соответствия характеристикам ПТГ позволяет наиболее обосновано подходить к регламентации хозяйственной деятельности.

Масштабы и формы производства, их сочетание с природными условиями весьма разнообразны. Это приводит к необходимости классификации ПТГ, основанной на некоторой обобщенной количественной характеристике. Так как вариабельность природно-производственных комплексов в значительной мере определяется, с одной стороны, плотностью населения и техногенной насыщенностью территории, а с другой, - принадлежностью к природной зоне, используется энергетический подход для сравнения природных и производственных потенциалов территории, предлагают в качестве такой характеристики **эргодемографический индекс (ЭДИ)**, рассчитываемый по формуле:

$$\text{ЭДИ} = 1 + ((0,01\rho\varepsilon)/(\rho_0 R_c S)),$$

где ρ - плотность населения территории, чел/км² ; ρ_0 - средняя плотность населения страны, чел/км²) (для РФ – 8,5 чел/км²); R_c - суммарная солнечная радиация на данной территории, ккал/см² год; S - площадь территории, км²; ε - общий расход топлива, горючего и топливных эквивалентов электроэнергии в территории, тут/год (тут - тонна условного топлива, соответствующая примерно количеству тепла, выделяемого при сгорании одной тонны высококачественного каменного угля, 1 тут=29,3·10⁹ Дж); рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon = 123Э + 143Т + 0,85У + 1,1Г + 1,55Ж + 0,38Д,$$

где $Э$ - потребление на территории электроэнергии, полученной от местных нетопливных источников (ГЭС, АЭС) или импортированной из соседних

территорий (млн. кВт·ч/год); Т - импортированная тепловая энергия (тыс. Гкал/год); У - сжигание угля в топках на территории (т/год); Г - сжигание газа (тыс. м³/год); Ж - сжигание жидкого топлива (мазут, дизтопливо, бензин и др.) стационарными и мобильными потребителями (т/год); Д - сжигание растительного топлива и торфа (т/год).

В зависимости от конкретных условий ЭДИ может варьировать в пределах нескольких порядков, что позволяет довольно отчетливо классифицировать различные ПТГ (таблица 1). Разумеется, полная классификация не может ограничиваться только такой обобщенной характеристикой, она должна включать сведения об отраслевой структуре и о качестве техногенных потоков загрязнения среды. Но в этом случае число градаций намного увеличится.

Таблица 1 - Типы природно-техногенных геосистем и эргодемографические индексы территорий с различной степенью хозяйственного освоения

Тип ПТГ	Краткое описание территориального комплекса	ЭДИ
1	Заповедники, государственные природные заказники, национальные парки; малонаселенные хозяйственно неосвоенные территории	0-5
2	Районы без крупных населенных пунктов, лесное и сельское хозяйство, имеются значительные площади необработанных ландшафтов	6-10
3	Небольшие города и поселки с перерабатывающей промышленностью местного значения: в окрестностях - сельскохозяйственные территории с преобладанием площади агроценозов	11-50
4	Преимущественно аграрные или лесохозяйственные территории с наличием единичных крупных объектов энергетики, добывающей или перерабатывающей промышленности; вахтовые поселки	51-100
5	Средний город с крупными промышленными предприятиями небольшого числа отраслей и с отчетливым функциональным зонированием территории; в окружении аграрного или аграрно-лесного ландшафта	101-300
6	Крупный город с многоотраслевым промышленным узлом, интенсивными транспортными магистралями в окружении лесного или аграрно-лесного ландшафта	301-500
7	Очень крупный промышленный центр с большой концентрацией различных отраслей индустрии и транспорта, без отчетливого зонирования территории и с индустриально преобразованным окружающим ландшафтом	более 501

Для сравнительного анализа экологического состояния среды и силы антропогенного воздействия на нее часто используются комплексными показателями, характеризующими ее отдельные блоки: население, производственный потенциал, экосистемы, антропогенное воздействие.

Эти показатели могут иметь самостоятельное значение и вместе с тем связаны между собой. Мощность техногенных потоков влияет на экологическую поражаемость населения и состояние экосистем, а объем затрат на

экологическую безопасность непосредственно связан с численностью населения и производственным потенциалом территорий и т.д. Таким образом, указанные показатели находятся в одном информационном поле и допускают перекрестный контроль состояния территории. Применение этих показателей оценки позволяет определить основные направления экологической политики.

Количественное выражение плотности и состояния здоровья населения на определенной территории осуществляется с помощью нескольких известных показателей и их относительной значимости. Численные значения (коэффициенты) эмпирически подобраны на основании сопоставления демографических характеристик и заболеваемости в нескольких контрастных по этим параметрам территориях. Для количественных расчетов критерий обозначен как **индекс демографической напряженности (ИДН)**. Фактическая величина ИДН для конкретной территории рассчитывается по формуле:

$$\text{ИДН} = Y \lg p (0.1Z - 2P + C) C_d^2 \mu,$$

где Y - степень урбанизации территории: доля площади территории (от 0 до 1), занятая застройкой городского типа, промышленными объектами и коммуникациями; p - плотность населения, чел. /км²; Z - общая годовая заболеваемость населения (на 1000); P - рождаемость (на 1000); C - общая смертность (на 1000); C_d - детская смертность (на 1000); $\mu = 10^{-4}$, масштабный множитель, при котором ИДН = 1.

Если сравниваемые территории характеризуются близкими значениями плотности населения, общей заболеваемости и степени урбанизации можно пользоваться для расчета ИДН упрощенной формулой:

$$\text{ИДН} = (16 - 2P + C) / 5000 C_d^2$$

Устойчивость экосистем сопряжена с климатическими факторами и водным режимом территории. Энергетическое выражение **индекса устойчивости экосистем (ИУЭ)** рассчитывается по формуле

$$\text{ИУЭ} = \text{ПБМ}_3 * \text{УБП}_3 / R_n$$

где ПБМ_3 - энергетическое выражение плотности размещения биомассы; УБП_3 - энергетическое выражение удельной биопродуктивности; R_n - энергия поглощенной радиации.

Перевод значений сухого вещества фитомассы и ее продукции в энергетические единицы осуществляется путем умножения на коэффициент 15275 МДж/т (1т сухого вещества фитомассы соответствует в среднем 15275 МДж).

Чем ближе значения индекса к единице, тем более устойчивы наземные экосистемы, и наоборот. Природные комплексы территорий по степени устойчивости к антропогенным воздействиям могут быть проранжированы следующим образом (таблица 2).

Таблица 2 - Классификация экосистем по степени устойчивости

Класс устойчивости экосистем	Индекс устойчивости экосистем
Неустойчивые	до 0,10
Слабоустойчивые	0,11 - 0,20
Умеренно устойчивые	0,21 - 0,30
Среднеустойчивые	0,31 - 0,40
Высокоустойчивые	более 0,40

Антропогенное воздействие на воздушный бассейн включает выбросы вредных веществ в атмосферу и изъятие кислорода. Оценку воздействия предлагается проводить с помощью **индекса загрязнения воздуха**:

$$ИЗ_{\text{воз}} = 0,001 \left(\frac{P_0}{B_0} + \frac{A}{T} \right),$$

где P_0 - энергетическое потребление кислорода в территории (тыс. т/год); B_0 - биопродукция кислорода в территории (тыс. т/год); A - годовая сумма вредных выбросов в атмосферу от стационарных источников (т/год); T - площадь территории (км^2). $ИЗ_{\text{воз}}$ используется обычно для сравнения территорий.

Воздействие на водные объекты оценивается с помощью **индекса техногенной нагрузки на водные ресурсы** ($ИН_{\text{вод}}$):

$$ИН_{\text{вод}} = 0,059KM$$

где K - доля изъятия при водозаборе годового дебита природных вод территории - речного стока и протока (в долях единицы); M - годовой объем загрязненных стоков (млн. м^3).

ЗАДАНИЕ

1. Расчеты по комплексные оценки воздействия на окружающую среду и ее состояние выполняется для трех территорий (районов). Основной район оценки соответствует номеру варианта студента, полученного от преподавателя (Приложение 1). Районами для сравнения служат соседние варианты, так для вариант 2, районами для сравнения будут данные по территориям в вариантах 1 и 2. Для выполнения работы по варианту 1 данные для сравнения берутся из вариантов 2 и 24

2. Рассчитать степень урбанизации территории Y как долю площади территории (от 0 до 1), занятая застройкой городского типа, промышленными объектами и коммуникациями в общей площади территории

3. Для комплексной оценки состояния окружающей среды необходимо рассчитать следующие индексы:

- эргодемографический индекс

- индекс демографической напряженности
- индекс устойчивости экосистем
- индекс загрязнения воздуха
- индекс техногенной нагрузки на водные ресурсы

4. Создайте таблицу исходной информации и расчетных данных, проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы

5. В рамках отчета по лабораторной работе необходимо описать исследуемый район согласно характеристикам, предоставленных в исходных данных (используется вариант основного района) и в дальнейшем провести сравнительный анализ основного района с близлежащими.

6. Пример таблицы

Показатели	Значения показателей		
	для своего варианта	два любых других варианта для сравнения	

Вопросы для самопроверки:

1. Что такое геосистемы?
2. Как рассчитывается индекс техногенной нагрузки на водные ресурсы?
3. Чем характеризуется природно-территориальный комплекс?
4. Чем определяется устойчивость экосистем?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. «ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

Цель – оценить эффективность водоохранной деятельности на предприятии и дать рекомендации по ее улучшению

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Комплексное экологическое разрешение, КЭР - документ, который выдается уполномоченным федеральным органом исполнительной власти юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю, осуществляющему хозяйственную и/или иную деятельность на объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду, и содержит обязательные для выполнения требования в области охраны окружающей среды.

Воздействие на окружающую среду - любое изменение в окружающей среде, отрицательное или положительное, полностью или частично являющееся результатом деятельности организации.

Негативное воздействие на окружающую среду - воздействие хозяйственной и иной деятельности, последствия которой приводят к негативным изменениям качества окружающей среды.

Технологические показатели - показатели концентрации загрязняющих веществ, объема и/или массы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, образования отходов производства и потребления, потребления воды и использования энергетических ресурсов в расчете на единицу времени или единицу производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги.

Единица негативного воздействия, ЕВ - универсальная комплексная единица измерения различных типов воздействий, установленная на основе систематического выявления величин масс аналитов-маркеров, характеризующих последствия соответствующих типов воздействий, приводящих к сопоставимому негативному изменению качества воды водного объекта.

Объект негативного воздействия, ОНВ - объект капитального строительства и/или другой объект, а также их совокупность, объединенные единым назначением и/или неразрывно связанные физически или технологически и расположенные в пределах одного или нескольких земельных участков, имеющие последствия хозяйственной деятельности, приводящие к негативным изменениям качества окружающей среды

Нормы общего действия, НОД - совокупность стандартных минимальных требований, установленных в настоящем стандарте, охватывающих аспекты эксплуатации установки и предписывающих определенные условия, которые органы исполнительной власти должны учитывать при установлении условий комплексного экологического разрешения.

Показатель антропогенной нагрузки, ПАН - комплексный удельный показатель, характеризующий суммарную кратность разбавлений, загрязненных (сточных) вод, условно необходимую для снижения концентрации аналитов-маркеров негативных воздействий до их безвредного содержания.

Аналит-маркер - аналит, обеспечивающий характеристику определенного типа негативного воздействия на компоненты природной среды в виде результата количественного анализа.

Потенциал воздействия, ПВ - комплексный удельный показатель качества воды, сточных вод, технологий, характеризующий количество единиц воздействия на один кубометр отводимой сточной воды (ЕВ/м³)

Экологическая эффективность водоохранной деятельности - подтверждение соответствия критериев текущей водоохранной деятельности заданным значениям, установленным в настоящем стандарте.

Индекс антропогенной нагрузки, ИАН - универсальный комплексный критерий, характеризующий требуемое количество условного объема разбавляющей воды в единицу времени с целью соблюдения целевых показателей качества воды водного объекта (усл. м /год).

Технологический индекс антропогенной нагрузки, ТИАН - унифицированный удельный комплексный критерий, характеризующий требуемое количество условного объема разбавляющей воды на единицу выпускаемой продукции (усл. м /т).

Индекс воздействия, ИВ - универсальный комплексный критерий, характеризующий количество единиц воздействия в единицу времени (ЕВ/год).

Технологический индекс воздействия, ТИВ – унифицированный удельный комплексный критерий, характеризующий количество единиц воздействия на единицу выпускаемой продукции (ЕВ/т)

Оценка эффективности водоохранной деятельности ОНВ, включает следующие этапы:

- 1) подтверждение соответствия технологий уровню НДТ;
- 2) оценка уровня технической организации водохозяйственной деятельности объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду;
- 3) оценка уровня организации системы оборотного водоснабжения;
- 4) оценка значения индивидуальной нормы водоотведения;
- 5) оценка уровня очистки производственных сточных вод.

Подтверждение соответствия технологий уровню НДТ производится согласно ГОСТ Р 57075. При отсутствии информации о технологических показателях, отсутствии справочников НДТ или несоответствии технологий уровню НДТ исследуют водоохранную деятельность в соответствии с перечислениями 2-5.

Подтверждение соответствия уровню НДТ определяется сравнением технологических показателей, указанных в информационно-технических

справочниках НДТ, с технологическими показателями, полученными водопользователем.

При отсутствии справочных данных или несоответствии технологий уровню НДТ используют описанные ниже процедуры для определения соответствия технологии уровню НДТ или формирования программ повышения экологической эффективности, плана водоохранных мероприятий в соответствии с требованиями.

Уровень технической организации водохозяйственной деятельности характеризуют критериями рационального использования водных ресурсов.

Техническая организация водохозяйственной деятельности ОНВ должна соответствовать следующим принципам:

- водоснабжение и канализация должны рассматриваться как единая система, включающая водоснабжение, водоотведение и очистку сточных вод как подготовку для повторного использования;

- основным источником водоснабжения должны являться очищенные производственные сточные воды, включая очищенные ливневые сточные воды. Свежую воду из водных объектов следует использовать только для питьевых нужд, особых целей и для восполнения потерь;

- водоотведение должно быть сведено к регенерации отработанных технологических растворов и очистке сточных вод с целью их повторного использования в производстве.

Для определения фактического уровня технической организации водохозяйственной деятельности ОНВ и возможных путей ее совершенствования применяют критерии рационального использования водных ресурсов, имеющие интегральный характер и разработанные на основе балансовых методов.

Критерии рационального использования водных ресурсов:

- коэффициент технического совершенства водохозяйственной деятельности K_T :

$$K_T = \frac{Q_{\text{пи}} + Q_{\text{об}} + Q_{\text{к}}}{Q_{\text{об}} + Q_{\text{св}} + Q_{\text{с}} + Q_{\text{к}} + Q_{\text{пи}}},$$

где $Q_{\text{пи}}$ - объем повторно используемой воды, $\text{м}^3/\text{год}$; $Q_{\text{об}}$ - объем используемой оборотной воды, $\text{м}^3/\text{год}$; $Q_{\text{к}}$ - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые сточные воды), $\text{м}^3/\text{год}$; $Q_{\text{св}}$ - объем используемой свежей воды, $\text{м}^3/\text{год}$; $Q_{\text{с}}$ - объем воды, привносимой с сырьем, $\text{м}^3/\text{год}$;

- коэффициент потерь свежей воды $K_{\text{п}}$:

$$K_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{св}} + Q_{\text{с}} - Q_{\text{сбр}}}{Q_{\text{об}} + Q_{\text{св}} + Q_{\text{с}} + Q_{\text{к}} + Q_{\text{пи}}},$$

где $Q_{св}$ - объем используемой свежей воды, $м^3 / год$; Q_c - объем воды, приносимой с сырьем, $м^3 / год$; $Q_{сбр}$ - объем сточных вод, $м^3 / год$; $Q_{об}$ - объем используемой оборотной воды, $м^3 / год$; Q_k - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые сточные воды), $м^3 / год$; $Q_{пи}$ - объем повторно используемой воды, $м^3 / год$;

- коэффициент сброса сточных вод $K_{сбр}$:

$$K_{сбр} = \frac{Q_{сбр}}{Q_{об} + Q_{св} + Q_c + Q_k + Q_{пи}},$$

где $Q_{св}$ - объем используемой свежей воды, $м^3 / год$; Q_c - объем воды, приносимой с сырьем, $м^3 / год$; $Q_{сбр}$ - объем сточных вод, $м^3 / год$; $Q_{об}$ - объем используемой оборотной воды, $м^3 / год$; Q_k - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые сточные воды), $м^3 / год$; $Q_{пи}$ - объем повторно используемой воды, $м^3 / год$;

Расходы вод определяют на основе водохозяйственного аудита и разработки материальных балансов водопотребления и водоотведения ОНВ в соответствии с Методическими указаниями по разработке норм и нормативов водопотребления и водоотведения с учетом качества потребляемой и отводимой воды в промышленности. Для абонентов централизованного водоснабжения и водоотведения объемы свежей и сточной воды определяют приборами учета в соответствии с требованиями Федерального закона от 7 декабря 2011 г. N 416-ФЗ "О водоснабжении и водоотведении"

Наиболее рациональной из серии однотипных признают водохозяйственную деятельность, характеризуемую оптимальным коэффициентом потерь свежей воды, максимальным коэффициентом технического совершенства водохозяйственной деятельности и, соответственно, минимальным коэффициентом сброса сточных вод, то есть:

$$K_T + K_{п} + K_{сбр} = 1,0$$

Уровень организации систем оборотного водоснабжения характеризуют критериями технической организации системы оборотного водоснабжения и показателями экологичности организации системы оборотного водоснабжения. Организация на ОНВ систем оборотного водоснабжения должна соответствовать следующим принципам:

- для эффективного управления и эксплуатации систем оборотного водоснабжения на крупных промышленных предприятиях, занимающих большие земельные площади, целесообразно отказаться от централизации систем. Более предпочтительным представляется вариант, при котором потребителей оборотной воды объединяют в группы по территориальному признаку и режимным характеристикам. Для обеспечения каждой группы оборотной водой используют локальные системы водоподготовки (включая водоохладители), режим работы

которых ориентируют на требования, предъявляемые конкретной группой потребителей оборотной воды;

- разработке проекта оборотной системы должна предшествовать разработка мероприятий по минимизации расхода свежей воды;

- возникающие при эксплуатации систем оборотного водоснабжения потери воды на продувку оборотной системы и потери, обусловленные технологическими условиями функционирования (потери на капельный унос, испарение), определенные в СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения, должны быть минимизированы;

- технически совершенной системой оборотного водоснабжения является организация комплексной системы оборотного водоснабжения, в которой продувочные сточные воды чистой системы служат подпиточными водами для загрязненной системы.

Подтверждение соответствия уровню НДТ определяется сравнением технологических показателей, указанных в информационно-технических справочниках НДТ, с технологическими показателями, полученными водопользователем.

При отсутствии справочных данных или несоответствии технологий уровню НДТ используют ниже описанные процедуры для определения соответствия технологии уровню НДТ или формирования программ повышения экологической эффективности, плана водоохранных мероприятий в соответствии с требованиями

Техническую организацию ОНВ по системе использования воды представляют следующим образом:

- прямоточная;
- повторная, оборотная;
- комплексная.

Техническая организация водохозяйственной деятельности ОНВ должна соответствовать следующим принципам:

- водоснабжение и канализация должны рассматриваться как единая система, включающая водоснабжение, водоотведение и очистку сточных вод как подготовку для повторного использования;

- основным источником водоснабжения должны являться очищенные производственные сточные воды, включая очищенные ливневые сточные воды. Свежую воду из водных объектов следует использовать только для питьевых нужд, особых целей и для восполнения потерь;

- водоотведение должно быть сведено к регенерации отработанных технологических растворов и очистке сточных вод с целью их повторного использования в производстве.

Для определения фактического уровня технической организации водохозяйственной деятельности ОНВ и возможных путей ее совершенствования применяют критерии рационального использования водных ресурсов, имеющие интегральный характер и разработанные на основе балансовых методов.

Для определения уровня организации систем оборотного водоснабжения используют:

- критерии организации системы оборотного водоснабжения;
- показатели экологичности организации системы оборотного водоснабжения.

Критерии организации системы оборотного водоснабжения:

- коэффициент технического совершенства оборотного водоснабжения $K_T^{об}$

:

$$K_T^{об} = \frac{Q_{пи}^{об} + Q_{об} + Q_K^{об}}{Q_{св}^{об} + Q_{об} + Q_{пи}^{об} + Q_K^{об}}$$

где $Q_{св}^{об}$ - объем используемой свежей воды для восполнения системы оборотного водоснабжения, м³ /год; $Q_{об}$ - объем используемой оборотной воды, м³ /год; $Q_K^{об}$ - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые воды), м³ /год; $Q_{пи}^{об}$ - объем повторно используемой воды в оборотном водоснабжении, м³ /год;

- коэффициент потерь свежей воды в оборотном водоснабжении $K_{п}^{об}$:

$$K_{п}^{об} = \frac{Q_{св}^{об} - Q_{сбр}^{об}}{Q_{св}^{об} + Q_{об} + Q_{пи}^{об} + Q_K^{об}}$$

где $Q_{св}^{об}$ - объем используемой свежей воды для восполнения системы оборотного водоснабжения, м³ /год; $Q_{об}$ - объем используемой оборотной воды, м³ /год; $Q_K^{об}$ - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые воды), м³ /год; $Q_{пи}^{об}$ - объем повторно используемой воды в оборотном водоснабжении, м³ /год; $Q_{сбр}^{об}$ - объем сточных вод, отводимых в водный объект из системы оборотного водоснабжения, м³ /год;

- коэффициент сброса сточных вод $K_{сбр}^{об}$:

$$K_{сбр}^{об} = \frac{Q_{сбр}^{об}}{Q_{св}^{об} + Q_{об} + Q_{пи}^{об} + Q_K^{об}}$$

где $Q_{св}^{об}$ - объем используемой свежей воды для восполнения системы оборотного водоснабжения, м³ /год; $Q_{об}$ - объем используемой оборотной воды, м³ /год; $Q_K^{об}$ - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые воды), м³ /год; $Q_{пи}^{об}$ - объем повторно используемой воды в оборотном водоснабжении, м³ /год; $Q_{сбр}^{об}$ - объем сточных вод, отводимых в водный объект из системы оборотного водоснабжения, м³ /год.

Наиболее оптимальной из серии однотипных признают оборотную систему, характеризуемую оптимальным коэффициентом потерь свежей воды в оборотном водоснабжении, максимальным коэффициентом технического совершенства оборотного водоснабжения и минимальным коэффициентом сброса сточных вод:

$$K_{\text{т}}^{\text{об}} + K_{\text{п}}^{\text{об}} + K_{\text{сб}}^{\text{об}} = 1,0$$

Показатели экологичности организации системы оборотного водоснабжения характеризуют негативное воздействие сточных вод на водный объект. Показателями экологичности являются показатель антропогенной нагрузки и потенциал воздействия.

Индивидуальную норму водоотведения отражает объем сточных вод, отводимых в водный объект или централизованные системы водоотведения, и характеризуется значениями укрупненных норм водоотведения в конкретной отрасли хозяйственной и иной деятельности. В справочниках НДТ представлены удельные нормы водоотведения для НДТ. При отсутствии на ОНВ информации об индивидуальных нормах водопотребления и водоотведения проводят водохозяйственный аудит.

Уровень очистки сточных вод характеризуют показателем антропогенной нагрузки сточных вод, потенциалом воздействия, нормами общего действия. Оценку негативного воздействия очищенных сточных вод на водные объекты проводят по интегральным комплексным показателям: ПАН и ПВ. Для расчета ПАН и ПВ исследуют аналиты-маркеры в производственных сточных водах ОНВ.

На основе выполненных расчетов ПАН, ПВ выявляют технологии, схемы очистки сточных вод с наименьшей антропогенной нагрузкой на водный объект, варианты водоохраных мероприятий, вносимых в программу повышения экологической эффективности, план мероприятий по охране окружающей среды.

Для ОНВ значение ПАН менее 10 усл. м³/м³ является нормой общего действия и может служить укрупненным критерием оценки соответствия очистных сооружений качеству НДТ для различных схем биологической очистки смеси хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод. Для других отраслей промышленности должны быть установлены минимальные значения ПАН и ПВ, при которых минимизировано негативное воздействие сточных вод.

Нормой общего действия может являться соотношение ПАН/ПВ. Соотношение ПАН/ПВ характеризует необходимый объем воды в условных тысячах кубических метров для снижения одной единицы воздействия сточных вод. Накопление значений данных комплексных критериев обеспечит решение нестандартных задач при обосновании условий водопользования.

Для расчета допустимого негативного воздействия на водный объект предлагаются комплексные критерии:

- индекс антропогенной нагрузки, усл. м³ / год

$$\text{ИАН} = \text{ПАН} * Q$$

где ПАН - показатель антропогенной нагрузки, усл. м³ /м³; Q- объем производственных сточных вод ОНВ, м³/год;

- индекс воздействия, ЕВ/год

$$\text{ИВ} = \text{ПВ} * Q$$

где ПВ- потенциал воздействия, ЕВ/м³; Q- объем производственных сточных вод ОНВ, м³/год;

Сравнение негативного воздействия сточных вод в одной отрасли промышленности проводится по удельным комплексным критериям:

- технологический индекс антропогенной нагрузки, усл. м³ / т

$$\text{ТИАН} = \text{ПАН} * Q$$

где ПАН - показатель антропогенной нагрузки, усл. м³ /м³; Q- объем производственных сточных вод ОНВ, м³/т;

- технологический индекс воздействия, ЕВ/т

$$\text{ТИВ} = \text{ПВ} * Q$$

где ПВ - потенциал воздействия, ЕВ/м³; Q- объем производственных сточных вод ОНВ, м³/т;

ЗАДАНИЕ

1. Провести оценку эффективности водохозяйственной деятельности на предприятии согласно методике (Приложение 1).

2. По полученным результатам исследования сформировать вывод об экологической эффективности/неэффективности водоохранной деятельности ОНВ.

Вопросы для самопроверки

1. Что влияет на эффективность водохозяйственной деятельности на предприятии?
2. Как рассчитывается ПАН?
3. Что такое замкнутый цикл использования воды на предприятии?
4. Назовите и охарактеризуйте методы очистки сточных вод?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. «ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ АВТОТРАНСПОРТОМ»

Цель - выполнение работы позволяет получить практические навыки оценки воздействия автотранспорта на атмосферный воздух методом регистрации количества и типа автотранспортных единиц и последующего расчета.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Природная среда крупных городов и промышленных центров, характеризующихся высокой плотностью населения и концентрацией промышленных, транспортных и коммунальных объектов, испытывает мощное техногенное воздействие. Существенной составляющей загрязнения воздушной среды городов, особенно крупных, являются выхлопные газы автотранспорта, которые в ряде столиц мира, административных центрах России и стран СНГ, городах-курортах составляют 60 - 80 % от общих выбросов.

Автотранспорт является одним из основных источников воздействия на окружающую среду, которое проявляется в следующем:

- загрязнение атмосферного воздуха выбросами от двигателей внутреннего сгорания (ДВС);
- создание сверхнормативного шумового и вибрационного поля вдоль автомагистралей;
- изменение природных ландшафтов и гидрологического режима при строительстве и эксплуатации автомагистралей;
- загрязнение ливневых и талых вод, а также почв нефтепродуктами и тяжелыми металлами вдоль автомагистралей;
- образование большого количества отходов, таких как: металлолом, аккумуляторы, отработанные масла, изношенные шины, промасленная ветошь, нефтешламы от автомоек и локальных очистных сооружений и др.

Как известно, при полном сгорании углеводородов конечными продуктами являются углекислый газ (CO_2) и пары воды. Однако полного сгорания топлива сейчас добиться невозможно, поэтому в отработавших газах автотранспорта присутствуют:

1. продукты неполного сгорания в виде оксида углерода, альдегиды, кетоны, углеводороды, в том числе канцерогенные, водород, перекисные соединения, сажа;
2. продукты термических реакций азота с кислородом, за счет чего образуются оксиды азота;
3. соединения неорганических веществ, которые входят в состав топлива (соединения свинца, диоксид серы и др.);
4. избыточный кислород.

Всего в отработавших газах идентифицировано более 200 различных химических веществ. Количество и состав отработавших газов определяются конструктивными особенностями автомашин, режимом работы их двигателей, техническим состоянием, качеством дорожных покрытий, метеоусловиями. Особенностью работы автомобильных двигателей являются переменные нагрузки, когда с режима холостого хода происходит переход на режим разгона, фазу установившейся работы и, наконец, торможение. Наиболее высокие концентрации оксида углерода в отработавших газах имеют место при работе двигателя на холостом ходу и полных нагрузках. Когда автомобиль разгоняется и движется с установившейся скоростью, в отработавших газах отмечаются наибольшие концентрации оксидов азота. Данные, приведенные в табл. 1, характеризуют количество и состав отработавших газов при разных режимах работы двигателя. Интерес представляют данные о выбросах токсичных компонентов для отдельных типов транспортных средств (табл. 2).

Таблица 1 – Количество и состав отработавших газов при разных режимах работы двигателя

Режим работы двигателя	Доля выбросов, %				
	по времени	По выбросам			по расходу топлива
		СО	СnHm	NOx	
Холостой ход	39,5	13 - 25	15 - 18	0	15
Разгон	18,5	29 - 32	27 - 30	75 - 86	35
Установившийся режим	29,2	32 - 43	19 - 35	13 - 23	37
Замедление	12,8	10 - 13	23 - 32	0 - 1,5	13

Таблица 2 – Выбросы токсичных компонентов для отдельных типов транспортных средств

Транспортные средства	Выбросы токсичных веществ, г/км			
	СО	СnHm	NOx	Сажа
Мотоциклы	8,2	6,7	0,1	-
Автомобили:				
седан, хетчбек, универсал	23,9	1,9	1,35	
кроссовер	25,7	1,6	1,4	-
внедорожник (микроавтобус)	26,1	2,0	1,0	-
грузовой автомобиль	2,98	0,49	2,7	9,52
автобус	2,4	0,38	2,9	0,43

Характеризуя автотранспорт как источник загрязнения атмосферного воздуха, нельзя не указать на то, что для повышения октанового числа бензина используют различные антидетонационные добавки и прежде всего и чаще всего

тетраэтилсвинец. Кроме тетраэтилсвинца, применяют метилэтиловые соединения, карбонилы переходных металлов. В двигателе автомобиля тетраэтилсвинец распадается с образованием частиц твердого оксида свинца.

Наибольшее количество токсичных веществ выбрасывается автотранспортом в воздух на малом ходу, на перекрестках, остановках перед светофорами. Так, на небольшой скорости бензиновый двигатель выбрасывает в атмосферу 0,05% углеводородов (от общего выброса), а на малом ходу - 0,98 %, окиси углерода соответственно - 5,1 % и 13,8 %. Подсчитано, что среднегодовой пробег каждого автомобиля 15 тыс. км. В среднем за это время он обедняет атмосферу на 4350 кг кислорода и обогащает ее на 3250 кг углекислого газа, 530 кг окиси углерода, 93 кг углеводородов и 7 кг окислов азота.

Отработавшие газы автомобилей с дизельными двигателями по своему составу отличаются от таковых при использовании в качестве топлива бензина. В дизельном двигателе за счет более полного сгорания топлива меньше образуется оксида углерода и несгоревших углеводородов. Однако за счет избытка воздуха в нем образуется больше оксидов азота.

Отработавшие газы автомобилей с дизельными двигателями характеризуются также дымностью. Черный дым представляет собой продукт неполного сгорания и состоит из частиц углерода 0,1 - 0,3 мкм. Белый дым образуется из частичек испарившегося топлива и капелек воды и выбрасывается при работе двигателя на холостом ходу. В составе белого дыма присутствуют в основном альдегиды, обладающие раздражающим действием. Голубой дым образуется при охлаждении на воздухе отработавших газов. Он состоит из капелек жидких углеводородов. Важной особенностью выбросов дизельных автомобилей является содержание канцерогенных полициклических ароматических углеводородов, среди которых наибольшее значение имеет бенз(а)пирен.

Автомобильный парк сосредоточен в основном в крупных городах. Транспортные потоки растут вместе с ростом городов из-за стихийного, не подчиненного рациональному планированию размещения жилых и промышленных зон. Большое значение имеют интенсивность и плотность транспортных потоков. Различают три основных состояния транспортного потока: свободное, групповое и колонное. При малой плотности (10 авт./км) возможно движение со свободной скоростью. При групповом движении (11- 30 авт./км) падение скорости потока ведет к дополнительному расходу топлива. Наконец, при колонном движении (31 - 100 авт./км) - снижается вплоть до затора, что также ведет к дополнительному расходу топлива.

Способы уменьшения загрязнения атмосферного воздуха отработавшими газами автотранспорта известны. Они сводятся к следующему:

- уменьшению токсичности отработавших газов за счет изменения регулировки и конструкции двигателя;

- рециркуляции отработавших газов;
- применению присадок к топливу для уменьшения дымности и токсичности отработавших газов дизельных двигателей;
- уменьшению токсичных выбросов с картерными газами и из топливной системы двигателя;
- нейтрализации отработавших газов;
- замене топлива и др.

Необходимо отметить, что все эти способы в полном объеме выброса загрязняющих веществ не устраняют. Лишь разработка и широкое внедрение электромобилей, в том числе использующих солнечную энергию, могло бы внести коренные изменения. Им присущи существенные преимущества перед автомобилями с бензиновыми или дизельными двигателями. Однако они имеют и серьезные недостатки, связанные с аккумуляторными батареями для них.

Токсичность отработавших газов во многом зависит от двигателей автомобилей. В конструкции двигателя имеют значение форма и размеры камеры сгорания. Выброс отработавших газов снижается также за счет обогащения смеси, уменьшения угла опережения зажигания, снижении степени сжатия, увеличения частоты вращения вала двигателя, впрыска воды во впускной трубопровод, частичной рециркуляции отработавших газов. На протяжении последних лет применяется и такая мера, как рециркуляция отработавших газов в двигателях с искровым зажиганием и дизельных двигателях.

С отработавшими газами дизельных двигателей в атмосферный воздух поступают сажа, на частицах которой адсорбируются, например, бенз(а)пирен, а также продукты частичного окисления (альдегиды и др.). Для уменьшения токсичности этих выбросов используются различные присадки к топливу. Эта мера снижает дымность отработавших газов.

Для устранения загрязнения атмосферного воздуха свинцом важное значение имеет замена антидетонационных присадок, в частности, тетраэтилсвинца, на новые добавки к моторному топливу.

Для обеспечения окисления оксида углерода и углеводородов до конечных продуктов сгорания применяются пламенные нейтрализаторы. Для дожигания углеводородов и оксида углерода, разложения оксидов азота все более широко внедряются каталитические нейтрализаторы. Применение нейтрализаторов, успешно реализуемое во многих странах, обеспечивает эффективное снижение концентрации оксида углерода, углеводородов и оксидов азота в отработавших газах.

Каталитические нейтрализаторы обеспечивают реакции химических веществ между собой или с избытком кислорода. При этом имеет место окисление оксида углерода до диоксида углерода, углеводородов - до диоксида углерода и

водяных паров, восстановление оксидов азота, в основном оксидом углерода, до азота и диоксида углерода.

Каталитические нейтрализаторы делятся на дизельные, которые обрабатывают отработавшие газы с низким содержанием оксида углерода и углеводородов, и бензиновые для двигателей с искровым зажиганием, для которых, наоборот, характерно высокое содержание последних в отработавших газах автомобилей.

С учетом характера основной реакции нейтрализации отработавших газов каталитические нейтрализаторы делятся на окислительные, восстановительные и трехкомпонентные. Окислительные обеспечивают окисление оксида углерода, углеводородов и альдегидов. Восстановительные используются меньше, в основном для восстановления оксида азота. Трехкомпонентные нейтрализаторы предназначены для очистки отработавших газов от оксида углерода, углеводородов, оксидов азота.

Катализаторы достаточно эффективны, однако стоимость их очень высокая. Нейтрализаторы устанавливают на автомобилях между двигателем и глушителем.

Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта (по концентрации СО)

Концентрацию окиси углерода находят по формуле:

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01N \cdot K_t) \cdot K_a \cdot K_y \cdot K_c \cdot K_v \cdot K_p ,$$

где 0,5 - фоновое загрязнение атмосферного воздуха нетранспортного происхождения, мг/м³; N - суммарная интенсивность движения автомобилей на городской дороге, авт./ч; K_t - коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферу окиси углерода; K_a - коэффициент, учитывающий аэрацию местности; K_y - коэффициент, учитывающий изменение загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода в зависимости от величины продольного уклона; K_c - коэффициент, учитывающий изменения концентрации окиси углерода в зависимости от скорости ветра; K_v - то же в зависимости от относительной влажности воздуха; K_p - коэффициент увеличения загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода у пересечений.

Коэффициент токсичности автомобилей определяется как средневзвешенный для потока автомобилей по формуле:

$$K_T = \sum P_i K_{Ti} ,$$

где P_i - состав автотранспорта в долях единицы, K_{Ti} - определяется по табл. 3.

Таблица 3 – Значение коэффициента K_{ti}

Тип автомобиля	Коэффициент K_t
Легковой	1,0
Легкий грузовой	2,3
Средний грузовой	2,9
Тяжелый грузовой (дизельный)	0,2
Автобус	3,7

Значение коэффициента K_a , учитывающего аэрацию местности, определяется по табл. 4.

Таблица 4 - Значение коэффициента K_a

Тип местности по степени аэрации	Коэффициент K_A
Транспортные тоннели	2,7
Транспортные галереи	1,5
Магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон	1,0
Жилые улицы с одноэтажной застройкой, улицы и дороги в выемке	0,6
Городские улицы и дороги с односторонней застройкой, набережные, эстакады, высокие насыпи	0,4
Пешеходные тоннели	0,3

Значение коэффициента K_u , учитывающего изменение загрязнения воздуха окисью углерода в зависимости от величины продольного уклона, определяют по табл. 5.

Таблица 5 - Значение коэффициента K_u

Продольный уклон, °	Коэффициент K_u
0	1,00
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55

Коэффициент изменения концентрации окиси углерода в зависимости от скорости ветра K_c определяется по табл. 6.

Таблица 6 - Значение коэффициента K_c

Скорость ветра, м/с	Коэффициент K_c
1	2,70
2	2,00
3	1,50
4	1,20
5	1,05

Значение коэффициента КВ, определяющего изменение концентрации окиси углерода в зависимости от относительной влажности воздуха, приведено в табл. 7.

Таблица 7 - Значение коэффициента Кв

Относительная влажность, %	Коэффициент Кв
100	1,45
90	1,30
80	1,15
70	1,00
60	0,85
50	0,75

Коэффициент увеличения загрязнения воздуха окисью углерода у пересечений приведен в табл. 8.

Таблица 8 - Значение коэффициента Кп

Тип пересечения	Коэффициент Кп
Регулируемое пересечение:	
со светофорами обычное	1,8
со светофорами управляемое	2,1
саморегулируемое	2,0
Нерегулируемое:	
со снижением скорости	1,9
кольцевое	2,2
с обязательной остановкой	3,0

ЗАДАНИЕ

В ходе выполнения данной лабораторной работы каждый студент должен выполнить следующее:

- 1) ознакомиться с методикой оценки воздействия автотранспорта на окружающую среду, изложенной в данной лабораторной работе;
- 2) произвести подсчет количества и типа автотранспортных средств за определенный промежуток времени на дорогах в выбранном районе;
- 3) произвести оценку состояния окружающей среды в районе поста наблюдений;
- 4) результаты наблюдений занести в протокол наблюдений;
- 5) вычислить концентрацию окиси углерода в атмосферном воздухе, в мг/м³, и сравнить ее с ПДК;
- 6) составить отчет о лабораторной работе;
- 7) сделать вывод на основании результатов эксперимента.

Указания по выполнению лабораторной работы

Студенты разделяются на группы и размещаются на определенных участках разных улиц с односторонним движением. В случае двухстороннего движения каждая группа размещается на своей стороне. Интенсивность движения автотранспорта определяется методом подсчета автомобилей разных типов в течение 30 мин. Автомобили разделяют на три категории: бензиновые, дизельные, автобусы. Результаты замеров заносят в протокол наблюдений. При прохождении мимо поста наблюдений транспортного средства оно фиксируется в виде крестика в правом столбце протокола в соответствующей категории.

Протокол наблюдений

Место наблюдений _____

Дата _____

Время наблюдений: от _____ час _____ мин до _____ час _____ мин.

Тип автомобиля	Число единиц
Легковой	
Легкий грузовой (до 5 т)	
Средний грузовой (5 - 8 т)	
Тяжелый грузовой (дизельный) (свыше 8 т)	
Автобус	

Исполнитель _____ (подпись)

В каждой точке наблюдений производится оценка улицы.

1. Тип улицы: городские улицы с односторонней застройкой (набережные, эстакады, насыпи), жилые улицы с двусторонней застройкой, дороги в выемке, магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон, транспортные тоннели и др.

2. Пересечения (перекрестки): регулируемый (саморегулируемый, светофор) или нерегулируемый (со снижением скорости, кольцевое и др.).

3. Уклон. Определяется глазомерно.

4. Скорость ветра. Определяется анемометром.

5. Относительная влажность воздуха. Определяется психрометром.

6. Наличие защитной полосы из деревьев.

Собранные материалы записывают в лабораторный журнал.

В случае невозможности проведения экспериментальных исследований на улице (плохая погода и проч.) лабораторная работа проводится расчетным путем на основании исходных данных, полученных у преподавателя.

Например: магистральная улица города с многоэтажной застройкой с двух сторон (без перекрестка), продольный уклон 2° , скорость ветра 4 м/с, относительная влажность воздуха - 70 %, температура 20°C . Расчетная интенсивность движения автомобилей в обоих направлениях - 500 автомашин в час (N). Состав автотранспорта: 70 % легковых автомобилей, 10 % грузовых автомобилей с малой грузоподъемностью, 10 % со средней грузоподъемностью, 5 % с большой грузоподъемностью с дизельными двигателями и 5 % автобусов.

Указания по обработке результатов

Загрязнение атмосферного воздуха отработанными газами автомобилей по концентрации окиси углерода рассчитывают в мг/м³ по формуле (методика расчета описана выше). Полученный результат сравнивают с ПДК окиси углерода.

ПДК выбросов автотранспорта по окиси углерода равно 5 мг/м³.

Требования к оформлению отчета по лабораторной работе

Отчет должен содержать:

название и цель лабораторной работы,
краткое описание лабораторной установки,
протокол измерений и обработку результатов,
анализ полученных результатов,
выводы по лабораторной работе.

Вопросы для самопроверки:

1. Назовите основные источники поступления загрязняющих веществ в атмосферу?
2. Какие загрязняющие вещества поступают с выбросами от работы автомобиля в атмосферу?
3. Какие градации качества атмосферного воздуха используются в мире?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. «РАСЧЕТ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ОТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ (СЖИГАНИЕ ТОПЛИВА)»

Цель – дать оценку размера углеродного следа от деятельности предприятия.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В настоящее время при оценки углеродного следа предприятия наиболее часто используют методику расчета выбросов парниковых газов от энергетической деятельности, связанной со сжиганием топлива. При проведении инвентаризации выбросов парниковых газов от сжигания топлива с целью производства энергии (электричества и тепла) и для собственных нужд предприятия оцениваются выбросы газов с прямым парниковым эффектом – двуокиси углерода (CO_2), метана (CH_4) и закиси азота (N_2O).

В процессе сжигания топлива большая часть углерода выбрасывается непосредственно в виде CO_2 . Другие газы (CH_4 и N_2O) также оцениваются. Весь высвободившийся углерод рассматривается в качестве выбросов CO_2 . Неокислившийся углерод, остающийся в виде твердых частиц, сажи или золы, исключается из общих показателей выбросов парниковых газов путем умножения на коэффициент 1 окисления углерода в топливе (который показывает долю сгоревшего углерода).

Выбросы двуокиси углерода при стационарном сжигании топлива являются результатом высвобождения углерода из топлива в ходе его сгорания и зависят от содержания углерода в топливе. Содержание углерода в топливе является физико-химической характеристикой, присущей каждому конкретному виду топлива и не зависит от процесса или условий сжигания топлива.

Исходными данными для расчета выбросов служат данные о деятельности предприятия. Данные о деятельности представляют собой сведения о количестве и виде сожженного за год ископаемого топлива, то есть фактическое потребление топлива за год, по которым предприятия ведут учет.

Для расчетов используются следующие физические единицы измерения массы или объема топлива: для твердого и жидкого топлива - тонны, для газообразного топлива - тысячи кубических метров. Для перевода физических единиц в общие энергетические единицы – джоули (Дж), мегаджоули (МДж), гигаджоули (ГДж) или тераджоули (ТДж)- используется низшее теплотворное значение (теплота сгорания, или теплотворное нетто-значение - ТНЗ) каждой категории топлива.

Оценка выбросов диоксида углерода при сжигании топлива установками. Каждое топливо имеет определенные химико-физические характеристики,

которые воздействуют на горение, такие, как значение ТНЗ, и содержание углерода. Содержание углерода в топливе может определяться в лаборатории на предприятии, что позволяет рассчитать собственный коэффициент выбросов двуокиси углерода и получить более точное значение выбросов. Использование собственных коэффициентов выбросов предпочтительнее усредненных коэффициентов, указанных в методике.

Расчет выбросов CO_2 при сжигании топлива разбивается на следующие шаги:

1) фактически потребленное количество каждого вида топлива по каждой установке в натуральных единицах (т, м^3) для соответствующего вида продукции умножается на коэффициент его теплосодержания ТНЗ (ТДж/т, м^3);

2) полученное произведение (расход топлива в энергетических единицах - ТДж) умножается на коэффициент выбросы углерода (т С/ТДж);

3) полученное произведение корректируется на неполное сгорание топлива – умножается на коэффициент окисления углерода (отношение $\text{CO}_2 : \text{CO}$);

4) пересчет выбросов углерода в выбросы CO_2 – путем умножения откорректированного углерода на 44/12.

Расчет выбросов CO_2 для каждого вида топлива для отдельных источников (установок для сжигания) производится по формуле:

$$E = M \times K_1 \times \text{ТНЗ} \times K_2 \times 44/12$$

где E - годовой выброс CO_2 в весовых единицах (тонн/год); M - фактическое потребление топлива за год (тонн/год); K_1 - коэффициент окисления углерода в топливе (показывает долю сгоревшего углерода), таблица 1; ТНЗ - теплотворное нетто-значение (Дж/тонн), таблица 2; K_2 - коэффициент выбросов углерода (тонн/Дж), таблица 2; 44/12 - коэффициент пересчета углерода в углекислый газ (молекулярные веса соответственно: углерод - 12 г/моль, $\text{O}_2 = 2 \times 16 = 32$ г/моль, $\text{CO}_2 = 44$ г/моль).

Определение фактического потребления топлива производится на основании учетных данных предприятия о потреблении различных видов топлива.

При сжигании топлива не весь содержащийся в нем углерод окисляется до CO_2 . Учет неполного сгорания топлива производится с помощью коэффициента окисления углерода K_1 . Средние значения K_1 представлены в таблице 1.

Для перевода потребленного количества топлива в энергетические единицы его масса умножается на его теплотворное нетто-значение (ТНЗ). Для получения эмиссий углерода полученное количество потребленного топлива умножается на коэффициент выбросы углерода. Значения ТНЗ и коэффициентов выбросы углерода для видов топлива приведены в таблице 2.

Таблица 1 - Коэффициенты окисления углерода (K_1)

Вид топлива	Коэффициент окисления углерода (K1)
Уголь	0,98
Нефть и нефтепродукты	0,99
Газ	0,995

Таблица 2 - Коэффициенты низших теплотворных нетто-значений (ТНЗ) и коэффициенты выбросов углерода (K₂) для видов топлива

Виды топлива	ТНЗ, ТДж/тыс.т	Коэффициент выбросов углерода, K ₂ , тС/ТДж
Сырая нефть	40,12 ^{CS}	20,31 ^{CS}
Газовый конденсат		
Бензин авиационный	44,21 ^{CS}	19,13 ^{CS}
Бензин автомобильный		
Реактивное топливо типа бензина		
Реактивное топливо типа керосина	43,32 ^{CS}	19,78 ^{CS}
Керосин осветительный и прочий	44,75	19,6
Дизельное топливо	43,02 ^{CS}	19,98 ^{CS}
Топливо печное бытовое	42,54 ^{CS}	20,29 ^{CS}
Топливо для тихоходных дизелей (моторное)	42,34 ^{CS}	20,22 ^{CS}
Топливо нефтяное (мазут)	41,15 ^{CS}	20,84 ^{CS}
Мазут флотский		
Пропан и бутан сжиженные	47,31 ^D	17,2 ^D
Углеводородные сжиженные газы		
Битум нефтяной и сланцевый	40,19 ^D	22 ^D
Отработанные масла (прочие масла)	40,19 ^D	20 ^D
Кокс нефтяной и сланцевый	31,0 ^D	27,5 ^D
Прочие виды топлива	29,309 ^D	20 ^D
Коксующийся уголь	24,01 ^{CS}	24,89 ^{CS}
Уголь каменный	17,62 ^{PS}	25,58 ^{PS}
Лигнит (бурый уголь)	15,73 ^{PS}	25,15 ^{PS}
Кокс и полукокс из каменного угля	25,12 ^D	29,5 ^D
Коксовый газ	16,73 ^{PS}	13 ^D
Доменный газ	4,19 ^{PS}	66 ^D
Газ природный	34,78 ^{CS}	15,04 ^{CS}
Дрова для отопления	10,22 ^{CS}	29,48 ^{CS}

Оценка выбросов парниковых газов от сжигания топлива автомобильным транспортом. Автомобильный транспорт производит значительное количество

выбросов ПГ, таких, как диоксид углерода (CO_2), метан (CH_4) и закись азота (N_2O). По методологии автомобильный транспорт, как один из источников эмиссий ПГ, входит в модуль «Энергетическая деятельность», так как выбросы ПГ от автотранспорта связаны со сжиганием топлива. При оценке выбросов ПГ можно использовать национальные факторы эмиссий или факторы эмиссий ПГ по умолчанию.

Расчеты выбросов от транспортных средств основаны на данных об общем потреблении топлива. Удельная теплота сгорания и коэффициенты выбросов для каждого типа топлива были частично рассчитаны с учетом специфики используемого топлива.

Методика расчета выбросов от сжигания топлива от автомобильного транспорта подразделяется на две части: оценка эмиссий двуокиси углерода и оценка эмиссий других газов. Оценка выбросов CO_2 лучше всего рассчитывается на основе количества и типа сгораемого топлива и содержания углерода в нем. Количество окисленного углерода практически не варьирует в зависимости от применяемой технологии сжигания топлива. Оценка выбросов других газов с парниковым эффектом более сложна, так как зависит от типа автомобиля, топлива, характеристик эксплуатации транспортного средства, типа технологии контроля за выхлопными газами.

Оценка выбросов диоксида углерода от сжигания топлива автомобильным транспортом. Расчет выбросов диоксида углерода от сжигания топлива в двигателях внутреннего сгорания рекомендуется проводить на основе учета видов топлива и типов двигателя. Выбросы углекислого газа по этому методу оцениваются следующим образом. Сначала оценивается потребление каждого вида топлива по типам транспорта (легковой, грузовой, автобусы, спецмашины). Затем оцениваются общие выбросы CO_2 путем умножения количества потребленного топлива на фактор выбросы для каждого типа топлива и типа транспорта по формуле:

$$E = M \times K_1 \times \text{ТНЗ} \times K_2 \times 44/12$$

где E - годовой выброс CO_2 в весовых единицах (тонн/год); M - фактическое потребление вида топлива за год (тонн/год); K_1 - коэффициент окисления углерода в топливе (показывает долю сгоревшего углерода), таблица 3; ТНЗ - теплотворное нетто-значение (Дж/тонн), таблица 3; K_2 - коэффициент выбросов углерода (тонн С/Дж), таблица 3; 44/12 – коэффициент для пересчета выбросов углерода C в двуокись углерода CO_2 .

Для оценки выбросов диоксида углерода от автотранспортного сектора для используемых видов топлива (бензин, дизельное топливо, сжиженный нефтяной газ, сжатый природный газ) были рассчитаны региональные коэффициенты пересчета сожженного топлива в выбросы CO_2 (теплотворные нетто-значения, коэффициенты выбросы углерода, фракция окисленного углерода). Расчеты

коэффициентов для пересчета, представленные в таблице 3, были проведены по составу топлива и их физическим характеристикам на основе следующих источников данных: данные ГОСТов различных видов топлива; справочные данные; данные, полученные от некоторых нефтяных и газовых месторождений.

Таблица 3 - Коэффициенты для пересчета сожженного топлива в выбросы CO_2 для автотранспорта

Виды топлива	Теплотворное нетто-значение низ- шее, ТНЗ ТДж/тыс.тонн	Коэффициент выбросов уг- лерода, K_2 , тС/ТДж	Фракция окис- ленного угле- рода, K_1
Бензин	44,21	19,13	0,995
Дизельное топливо	43,02	19,98	0,995
СНГ	47,17	17,91	0,99
Природный газ	34,78	15,04	0,995

Коэффициенты для расчета выбросов CO_2 при сжигании ископаемого топлива. Выбросы CO_2 от сжигания топлива — не только главная составляющая всех антропогенных выбросов парниковых газов, но и их наиболее точно известная часть. Во всех странах сжигание топлива — предмет строгой статистической отчетности. При этом выбросы CO_2 при сжигании угля, газа, нефтепродуктов и торфа зависят, прежде всего, от количества использованного топлива. Энергетическая эффективность сжигания топлива очень важна для энергетики и транспорта, но на выбросы CO_2 влияет слабо. Главное именно то, сколько топлива было сожжено.

ЗАДАНИЕ

1. Рассчитайте углеродный след от деятельности предприятия основываясь на информации об автомобильном парке, логистической активности и точечных источниках выбросов, образовавшихся при сжигании ископаемого топлива.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое углеродный след?
2. Какие признаки у низкоуглеродной экономики?
3. Перечислите источники образования CO_2 на территории предприятия?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. «ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ»

Цель – изучить методику оценки устойчивости агроландшафта с учетом естественных и антропогенных факторов.

Общие положения

В соответствии с определением Н.А. Солнцева, под географическим ландшафтом понимается генетически однородная территория, на которой наблюдается закономерное и типичное повторение одних и тех же взаимосвязанных и взаимообусловленных сочетаний геологического строения, форм рельефа, поверхностных и подземных вод, микроклимата, почв и почвенных разновидностей, фито – и зооценозов.

Примерно 10 % суши на планете занято различными видами сельскохозяйственного производства. В связи с этим выделен особый тип антропогенно трансформированного ландшафта – агроландшафт. Под агроландшафтом понимается природно-территориальный комплекс, естественная растительность которого на подавляющей его части заменена агроценозами. Он характеризуется экологической неустойчивостью. Равновесное состояние агроландшафта поддерживается системой агрономических, мелиоративных и экологических мероприятий. При анализе состояния агроландшафтов необходимо учитывать крутизну, длину, форму и экспозицию склонов, размер контуров, гидрологический режим, тип, разновидность и степень смывости почв, удаленность от хозяйственных центров и водоисточников, влияние несельскохозяйственных угодий, наличие мелиоративных систем и подъездных путей.

Существует несколько методик экологической оценки устойчивости агроландшафта.

Экологическая оценка устойчивости ландшафта по показателям лесистости, плотности населения, эрозионной опасности и активности может быть проведена в соответствии с «Руководством по охране окружающей среды в районной планировке» (1980)¹.

Лесистость – процентное отношение площади, занятой лесами, к общей площади оцениваемой территории.

Эрозионная активность – процентное отношение эрозионно-активных участков к общей площади оцениваемой территории. К эрозионно-активным относятся все участки, расположенные на склонах более 3°.

Распаханность (эрозионная опасность) – процентное отношение площади распаханной территории к общей оцениваемой площади.

¹ Руководство по охране окружающей среды в районной планировке. - М. : Стройиздат, 1980. - 112 с. : ил.

Плотность населения – отношение численности населения, постоянно проживающего на территории, к общей площади.

Классификация экологических показателей устойчивости ландшафта представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Оценка территории по устойчивости к водной эрозии в условиях северной и средней тайги²

Показатель	Степень благоприятности территории		
	Неблагоприятная	Условно-благоприятная	Благоприятная
Лесистость, %	10-20	20-40	40-50
Эрозионная активность, %	60-90	30-60	<30
Распаханность, %	60-80	25-60	<25
Плотность населения, чел./км ²	> 200	50-200	<50

Интегральным методом оценки экологической устойчивости агроландшафта является расчет коэффициента экологической стабилизации (КЭС₁) предложенный Е. Клементовой и В. Гейниге. Данный метод основан на сопоставлении площадей средостабилизирующих территорий (территорий, положительно влияющих на ландшафт – леса, луга, сенокосы, пастбища, посевы многолетних трав, водоемы) и площадей, занятых нестабильными элементами ландшафта (пашня, постройки, дороги, свалки и нарушенные земли). Коэффициент КЭС₁ рассчитывается по формуле 1.

$$КЭС_1 = \frac{\sum S_{CTi}}{\sum S_{HTi}},$$

где S_{CTi} – площадь, занимаемая агро- и биоценозами, оказывающими положительное влияние на ландшафт (кустарники, сенокосы, пастбища, водоемы, посевы, сады, приусадебные земли);

S_{HTi} – площадь, занимаемая нестабильными элементами ландшафта (пашня за исключением посевов многолетних трав, постройки, дороги, свалки и нарушенные земли).

Экологическую стабильность агроландшафта рекомендуется оценивать по следующей шкале (таблица 2).

² Руководство по охране окружающей среды в районной планировке. - М. : Стройиздат, 1980. - 112 с. : ил.

Таблица 2 - Группировка агроландшафтов по КЭС₁

Группы	КЭС ₁
Очень нестабильный	≤0,50
Нестабильный	0,51-1,00
Условно стабильный	1,01-3,00
Стабильный	3,01-4,50
Устойчивый	<4,50

Для расчета КЭС И.Г. Юлушев предложил в целях корректировки ландшафтной структуры территории хозяйства выделять агроэкологические элементарные контуры (АЭК).

АЭК – это обособленные естественными границами участки агроландшафта, включающие одно или несколько полей севооборота. Данный метод оценки устойчивости агроландшафта основан на расчете коэффициента экологической стабилизации (КЭС₂). Метод является более точным, т.к. учитывает больше экологических факторов. В частности, метод отражает почвозащитную функцию возделываемых культур и эрозионную опасность территории выражающийся в учете количества склоновых земель.

КЭС₂ следует рассчитывать по формуле 2:

$$КЭС_2 = \frac{\sum(S_{cti} * K_э * K_p)}{S_0}$$

$K_э$ – коэффициент экологической значимости биотехнических элементов ландшафта (таблица 3);

K_p – коэффициент геолого-морфологической устойчивости рельефа, который оценивается следующими величинами: 1,0 – на пологих плато, возвышенностях; 0,7 – на средне – и слабосмытых почвах при крутизне склона до 3°; 0,5 – на сильносмытых почвах при крутизне склона более 3°.

S_0 – общая площадь оцениваемой территории.

Таблица 3 - Коэффициенты экологической значимости элемента ($K_э$)

Элементы ландшафта	$K_э$
Постройки, дороги	0,0
Ежегодно обрабатываемая пашня	0,14
Многолетние травы	0,29
Сосновый, еловый лес	0,38
Сады, огороды	0,5
Сенокосы	0,62
Пастбища	0,68
Водоемы, водотоки	0,79
Лиственный лес	1,0

В данном случае берется во внимание не только положительное и отрицательное влияние биотических элементов на агроландшафт, но и дополнительно учитывается коэффициент геолого-морфологической устойчивости рельефа (K_p) и коэффициент экологической значимости элементов ландшафта (K_z). Оценку ландшафта производят по следующей шкале (таб. 4).

Таблица 4 - Группировка ландшафтов по $KЭC_2$

Территория	$KЭC_2$
Нестабильная	$<0,33$
Малостабильная	$0,34-0,50$
Среднестабильная	$0,51-0,66$
Стабильная	$\geq 0,66$

Расчеты по $KЭC_1$ и $KЭC_2$ дают основную информацию о степени экологической устойчивости исследуемого агроландшафта, необходимую для выбора соответствующих мероприятий по его защите.

ЗАДАНИЕ

На основании данных о землепользовании территории (Приложение 3) охарактеризуйте экологическое состояние территории по показателям эрозионной активности, распаханности, лесистости, плотности населения, $KЭC_1$ и $KЭC_2$, а также оценить устойчивость агроландшафтов.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое агроландшафты?
2. Какое влияние оказывает сельское хозяйство на земельные ресурсы?
3. От чего зависит устойчивость агроландшафтов?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. «ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ»

Цель – освоить методику оценки туристско-рекреационного потенциала территории и навык проектной работы

Общие положения

Оценка туристско-рекреационного потенциала территории является важной основой оптимизации проектирования, размещения и развития туристско-рекреационных систем, определения их ключевых функций на основе ценности отдельных ресурсов и их сочетаний, устойчивого развития туризма и рекреации.

Выделяется четыре основных типа оценки туристско-рекреационного потенциала территории:

- **функционально-технологический** - отражает взаимодействие человека и природной среды посредством «технологии организации» туристско-рекреационной деятельности в рамках соответствующей отрасли хозяйства. Таким образом, оценка производится с позиции развития рекреационного хозяйства и туризма как сектора экономики, которые выступают в качестве субъекта оценки. В данном типе оценки выделяется два аспекта: с одной стороны, выявляется пригодность ресурсов для организации различных видов туристско-рекреационной деятельности или целой туристско-рекреационной системы, с другой — возможности туристско- рекреационного инженерно-строительного освоения территории. С точки зрения субъекта оценки ресурсы, представленные на территории, должны обладать высокими качествами (комфортностью, целебными свойствами и т.п.), необходимыми и достаточными для организации отдыха и туризма некоего массового контингента населения, а также запасами и площадями, продолжительным с экономической точки зрения периодом эксплуатации.

- **медико-биологический** - отражает влияние на человека факторов окружающей среды, прежде всего, природных климатических. Воздействие климата на организм человека принято рассматривать биоклиматическое воздействие. Биоклиматические исследования человека проводят с целью определения реакций организма человека на различные условия среды, с одной стороны, и выявления требований человека к окружающей среде для поддержания нормальной физиологической активности организма — с другой. Предмет исследования составляют условия биоклимата на открытой местности, типы погод, контрастность погод и т.д. Основная цель этих исследований заключается в установлении влияния заданных условий на теплообмен организма человека и в связи с этим на его самочувствие. Медико-биологический тип оценки включает также анализ и географию распространения природно-очаговых заболеваний на территории.

- психолого-эстетический – данный тип оценки весьма сложен, так как связан с нравственным отношением отдельного человека и общества к природе, с культурно-историческими представлениями о человеке, с подчас противоречивыми представлениями об идеале окружающей человека среды. Очевидна тенденция в расширении подходов к красоте и эстетике пространства. Ландшафтная архитектура и оценка ландшафтов играет все более заметную роль в обществе, так как некоторые ландшафты должны быть признаны как имеющие значение уникальных духовных и моральных ценностей, а оценка ландшафтов должна, следовательно, стать важным компонентом не только рекреации и туризма, но и повседневной жизни общества, экономики и политики.

Для туризма и рекреации эстетическая ценность ландшафтов и их отдельных компонентов является важнейшим туристско-рекреационным ресурсом и условием для организации туристско-рекреационной деятельности в пределах территории. В основу восприятия ландшафта могут быть положены объективные и субъективные подходы или объект-центрированные и субъект-центрированные методики. К объективным критериям эстетической привлекательности ландшафтов следует отнести их уникальность, экзотичность, внешнее и внутреннее пейзажное разнообразие. Объективность оценки достигается путем анализа, подсчета конкретных элементов ландшафта (например, анализ характера растительности, количество более низких по таксону типов природно-территориальных комплексов, расчлененность территории и т.д.). Определение объективных показателей эстетической привлекательности ландшафтов лежит в основе объект-центрированных методик.

- экономический - предполагает оценку объекта исходя из эффективности вложения в него капитала, при этом ценность объекта на «выходе» имеет денежное выражение.

Методы качественной оценки туристско-рекреационного потенциала территории основываются на классификации/типологии оцениваемых объектов по признаку величины их потенциала или отдельных составляющих потенциала, а результаты оценки имеют качественное выражение (измеряются по порядковой шкале). Для оценки используются экспертные методы, кластерный анализ (иерархический и метод «К средних»), деревья классификации, дискриминантный анализ, многомерное масштабирование и т.д.

На предварительных этапах оценки туристско-рекреационного потенциала территории производится анализ методов и путей ее оценки, проводится исследование туристско-рекреационных потребностей населения и гостей территории на основе выборочных социологических исследований и метода интервьюирования.

Выделение «объекта оценки» — того, что будет оцениваться. В географических исследованиях регионального уровня чаще всего в качестве объектов

оценки выступают геосистемы и их отдельные элементы. Одной из ключевых проблем этапа выступает обоснованная дифференциация исследуемой территории на ОТЕ (операционные территориальные единицы), которая зависит как от цели исследования, так и от специфики оцениваемой территории.

Следующим ключевым моментом оценки ТРП территории является выделение «субъекта оценки» и соответственно тесно связанного с ним набора оценочных критериев. Оценка территории для развития туристско- рекреационной деятельности предполагает изучение потенциала территории исходя из потребностей жителей территории и гостей, с использованием системного подхода и определяющей позиции организаторов отдыха, профессиональных экспертов.

В качестве субъекта оценки может выступать абстрактный среднестатистический турист/рекреант или туристская индустрия в целом, также можно рассматривать различные виды туристско-рекреационной деятельности (культурно-познавательный туризм, лечебно-оздоровительный, спортивного и т.д.).

Определение «критериев оценки» объекта (факторов и условий), которые существенны для определения его ценности исходя из сформулированной цели оценки. Критерии определяются свойствами объектов оценки для разных видов туристско-рекреационной деятельности, для разных возрастов, для внутреннего или международного туризма и т.п. Фактически перечень критериев в большинстве случаев устанавливается на основе анализа решаемой проблемы и мнения экспертной группы. В качестве критериев оценки обычно используют объединенные группы показателей, характеризующие частные ресурсные потенциалы территории: природный, культурно-исторический, социально-экономический, информационный.

Разработка «параметров оценки» — показателей, отражающих качественные и количественные характеристики укрупненных групп факторов и условий развития туризма и рекреации на исследуемой территории. В настоящее время в научных трудах все чаще используются интегральные показатели (например, показатель ИРЧП), представляющие собой обобщение ряда ключевых характеристик.

После определения объекта, субъекта и критериев оценки становится возможной непосредственно получение частных и итоговых оценок туристско-рекреационного потенциала территории, которая в настоящее время производится на основе метода классификации.

Факторы, стимулирующие создание рекреационных территорий, можно объединить следующим образом:

1. Отсутствие нормативно-правовых ограничений: 1) соответствие планируемого рекреационного использования территории ее функциональному назначению в документах территориального планирования; 2) возможность и

целесообразность осуществления перевода земельного участка в другую категорию, не препятствующую рекреационному использованию земельного участка.

2. Особый правовой статус земель: 1) расположение в пределах территории, имеющей режим использования, предполагающий приоритетное развитие туризма и рекреационной деятельности (особая экономическая зона туристско-рекреационного типа, туристско-рекреационный кластер, зона экономического благоприятствования туристско-рекреационного типа и пр.); 2) включение в рекреационную функциональную зону в границах национального или природного парка.

3. Выгодное местоположение: 1) расположение в обжитых районах, хорошая транспортная доступность; 2) транзитное местоположение на основных туристских маршрутах; 3) близость к городским агломерациям, увеличивающая потенциальный спрос на туристско-рекреационные услуги; 4) эстетическая исключительность местоположения.

4. Высокий природно-рекреационный потенциал: 1) наличие уникальных природных ресурсов, включая бальнеологические; 2) комплексность природно-рекреационных ресурсов, обеспечивающая возможность совмещения нескольких видов рекреационной деятельности в пределах одной территории.

5. Близость к объектам историко-культурного наследия: 1) близость к историческим поселениям, уникальным объектам культурного наследия; 2) наличие в пределах территории объектов туристско-рекреационной аттракции.

6. Обеспеченность инженерной инфраструктурой: отсутствие необходимости в инженерной подготовке территории к рекреационному освоению.

7. Благоприятные климатические и микроклиматические условия: 1) минимальная продолжительность неблагоприятных погодных условий в пиковые сезоны; 2) наличие специфических погодно-климатических условий, привлекающих для определенных видов рекреационной деятельности.

8. Благоприятная экологическая обстановка: 1) отсутствие в окрестностях источников загрязнения воздуха, водных объектов и т. п.; 2) минимальная рекреационная дигрессия вмещающего природного комплекса (первая стадия).

9. Высокая устойчивость геосистем: природные комплексы способны выдерживать значительные рекреационные нагрузки.

10. Благоприятная медико-биологическая обстановка: 1) отсутствие природно-очаговых заболеваний, в том числе сезонных; 2) отсутствие хищных животных и ядовитых змей.

Факторы, лимитирующие создание рекреационных территорий можно объединить в несколько групп:

1. Нормативно-правовые ограничения: 1) несоответствие планируемой рекреационной функции территории ее актуальному правовому статусу и невозможность осуществления перевода земельного участка в необходимую по

проекту категорию; 2) наличие серьезных градостроительных ограничений, нахождение участка проектирования в зонах с особыми условиями использования территории, ограничивающих или не допускающих его рекреационного использования (санитарно-защитные зоны, радиационный след: последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС, территории традиционного хозяйствования малочисленных коренных народов и пр.).

2. Ограничения по установленному режиму: территория закрыта для посещения гражданами Российской Федерации и (или) иностранцами (пограничная или приграничная зона РФ, территории режимных объектов).

3. Ограничения по местоположению: расположение проектируемой рекреационной территории в труднодоступных или удаленных районах, что существенно сокращает потенциальный спрос и увеличивает стоимость ее посещения.

4. Ограничения по рекреационному потенциалу: 1) низкий в сравнении с близлежащими территориями рекреационный потенциал на участке проектирования; 2) несоответствие культурных ландшафтов их предполагаемому рекреационному использованию, отсутствие объектов туристско-рекреационной аттракции.

5. Инфраструктурные ограничения: 1) отсутствие транспортной и инженерной инфраструктуры; 2) высокая стоимость работ по инженерной подготовке территории к ее рекреационному освоению.

6. Регламентация осуществления рекреационной деятельности: 1) ограничения и запреты на рекреационное использование территорий в границах и в охранных зонах заповедников; 2) необходимость соблюдения установленного функционального зонирования в национальных и природных парках; 3) наличие на территории охраняемых видов растений и животных.

7. Ограничения по климатическим условиям: 1) некомфортные климатические условия в целом; 2) экстремальные погодные условия в определенные сезоны.

8. Ограничения по экологическим показателям: 1) высокая степень загрязнения окружающей среды, превышение предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в водных объектах, почве, воздухе; 2) шумовое и световое загрязнение окружающей среды; 3) радиационное загрязнение; 4) рекреационная дигрессия третьей-четвертой стадий вмещающего природного комплекса.

9. Ограничения по устойчивости природных комплексов: низкая устойчивость геосистем, способствующая быстрой деградации природных комплексов под воздействием рекреации.

10. Ограничения по фаунистическим особенностям территории: наличие значительных популяций хищных животных, ядовитых змей и пр. на ограниченной территории.

11. Ограничения по медицинским показателям: наличие природноочаговых заболеваний (клещевой энцефалит, боррелиоз, туляремия), в том числе сезонных.

Оценку туристско-рекреационного потенциала территории проводят методом баланса, который способен количественно выразить динамическую специфику территориальной туристско-рекреационной системы (ТТРС). Оценка методом баланса позволяет детально рассмотреть разнообразие ресурсной базы ТРП, структуру имеющихся возможностей развития туризма и рекреации, обеспечить основу сравнительного анализа туристских возможностей территории и определить приоритетные направления туристско-рекреационной деятельности каждой операционной территориальной единицы (ОТЕ).

Методику применения метода баланса можно представить следующим образом:

- 1) выбор территориальных единиц;
- 2) отбор ключевых критериев;
- 3) ранжирование оценочных шкал;
- 4) оценка блочная; 5) сверка результатов;
- 6) итоговая интегральная оценка;
- 7) соотнесение результатов и бонитировка территории по степени туристского потенциала;
- 8) построение карты туристского потенциала.

Метод баланса включает оценку блоков природных факторов, историко-культурных, социально-экономических, собственно туристский, а также блок экологической ситуации и неблагоприятных факторов, которые по значимости в нашем случае приняты за равноценные категории.

Общий вид расчета потенциала имеет формулу:

$$\text{ТРП} = (|\text{П}| + |\text{КИ}| + |\text{СЭ}| + |\text{ТБ}|) - (|\text{НФ}| + |\text{ЭС}|),$$

где приходная часть баланса: П – природный блок, КИ – культурно-исторические ресурсы, СЭ – социально-экономические условия, ТБ – туристский блок; расходная часть: НФ – неблагоприятные факторы, ЭС – экологическая ситуация, рассматриваемые как отрицательные части баланса.

Каждый из 6 блоков рассчитывается по формуле:

$$B_i = \sum k_a * a_j,$$

где В – блоки оценки ТРП (П, КИ, СЭ, ТБ, НФ, ЭС) i –го ОТЕ; а – компоненты блока, j – число компонентов блока оценки; k_a – коэффициент значимости определенного компонента в структуре оценки блока; $a_j = (f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n)$, f_n – значение критериев оценки компонентов блока, n – число критериев в компоненте оценки.

Каждый блок состоит из взаимосвязанных компонентов оценки, например, блок природных факторов включает биоклиматические критерии, гидрологические условия территории, рельеф и т.д. В свою очередь, компоненты содержат группу оценочных критериев (например, продолжительность летнего комфортного периода, повторяемость благоприятных погод для купания и др.). Сумма баллов по каждой группе критериев оценки дает общее количество баллов компонента. Общий потенциал складывается не из суммы баллов, а из суммы доли каждого блока, так как невозможно суммировать баллы в связи с тем, что каждый компонент оценки блока содержит различное число критериев, и суммы баллов не поддаются адекватному сравнению. Следовательно, итоговый результат оценки нормирован, т.е. содержит сведения о доли каждой ОТЕ в структуре потенциала от наибольшего значения каждого блока.

Коэффициенты значимости корректируют выбранные компоненты оценки при условии необходимости снижения или повышения веса влияния фактора по вторичному признаку – это важность компонента в функционировании ТТРС, т.е. степень непосредственной вовлеченности компонента оценки в туристско-рекреационные процессы.

Таким образом, коэффициенты значимости выбираются по принципу деления компонентов оценки на главные (ключевые) факторы, нейтральные (оказывающие значительное влияние, но не требующие увеличения их значения) и второстепенные (вес которых требуется снижать). Внутри каждого блока компонентам оценки присваиваются коэффициенты значимости, которые включают следующую шкалу: 0,5 – низкая значимость, 1 – средняя, 1,5 – высокая. Коэффициенты последовательно умножаются на сумму первичных баллов в компонентах оценки.

Задание

1. Провести оценку туристско-рекреационного потенциала выбранной территории проводят методом баланса. Работа выполняется в парах. Для оценки каждая группа выбирает один из административных округов Калининградской области.

2. На основании полученных результатов группа должна спроектировать новый рекреационный объект на выбранной территории с учетом применения принципов рационального природопользования и современных тенденций в сфере туризма.

3. Подготовить презентацию проекта.

Порядок выполнения работы:

1. Проанализировать развития инфраструктуры заданной территории
2. Проанализировать климат данной территории для целей рекреации.

Определить районы комфортных летних температурных условий (для летнего

отдыха) и комфортных зимних температурных условий (для зимнего отдыха). Обратить внимание также на такие показатели как влажность воздуха, осадки и их годовое распределение, наличие и высота снежного покрова, облачность и количество солнечных дней в году, направление и сила ветра.

3. Проанализировать водные ресурсы территории: наличие водных объектов (река, озеро, море), качество воды, ресурсы подземных вод и т.д.

4. Проанализировать характер биоты: типы растительного покрова и особенности животного мира.

5. Указать, если существуют, прочие особенности местности.

6. Определить итоговый рекреационный потенциал территории.

7. Разработать проект туристско-рекреационной инфраструктуры, обеспечивающей определенные направления туристско-рекреационной деятельности (направления туристско-рекреационной деятельности определяются преподавателем) на рассматриваемой территории.

Вопросы для самопроверки:

1. Что такое туристско-рекреационный потенциал?
2. Какие виды отдыха по продолжительности можно выделить?
3. Какие факторы оказывают негативное влияние на туристско-рекреационный потенциал?
4. В чем суть оценки туристско-рекреационного потенциала методом баланса?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. СОЗДАНИЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ

Цель – изучить особенности подготовки проектной документации по созданию новой особо охраняемой природной территории для предоставления ее в органы государственной власти.

Общие положения

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) - участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны.

С учетом особенностей режима особо охраняемых природных территорий различаются следующие категории указанных территорий: государственные природные заповедники, в том числе биосферные заповедники; национальные парки; природные парки; государственные природные заказники; памятники природы; дендрологические парки и ботанические сады.

Государственные природные заповедники и национальные парки относятся к особо охраняемым природным территориям федерального значения. Государственные природные заказники, памятники природы, дендрологические парки и ботанические сады могут быть отнесены к особо охраняемым природным территориям федерального значения или особо охраняемым природным территориям регионального значения. Природные парки относятся к особо охраняемым природным территориям регионального значения.

Отношения, возникающие при пользовании землями, водными, лесными и иными природными ресурсами особо охраняемых природных территорий, регулируются соответствующим законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации

«*Географическое пространство*» означает, что охраняемые природные территории (ООПТ), включающие сушу, внутренние водоемы, морскую акваторию и прибрежные области или их сочетание, определяются в трехмерном пространстве и могут включать также воздушное пространство над своей территорией, толщу воды и донную поверхность на охраняемых акваториях, подземные области.

При создании особо охраняемых природных территорий учитывается:

- значение соответствующей территории для сохранения биологического разнообразия, в том числе редких, находящихся под угрозой исчезновения и

ценных в хозяйственном и научном отношении объектов растительного и животного мира и среды их обитания;

- наличие в границах соответствующей территории участков природных ландшафтов и культурных ландшафтов, представляющих собой особую эстетическую, научную и культурную ценность;

- наличие в границах соответствующей территории геологических, минералогических и палеонтологических объектов, представляющих собой особую научную, культурную и эстетическую ценность;

- наличие в границах соответствующей территории уникальных природных комплексов и объектов, в том числе одиночных природных объектов, представляющих собой особую научную, культурную и эстетическую ценность.

Государственный кадастр особо охраняемых природных территорий включает в себя сведения о статусе этих территорий, об их географическом положении и границах, режиме особой охраны этих территорий, природопользователях, эколого-просветительской, научной, экономической, исторической и культурной ценности.

Граница ООПТ — линия и проходящая через нее вертикальная плоскость, определяющие пределы территории (суши, вод и воздушного пространства), на которой устанавливается режим особой охраны.

Зоны с особыми условиями использования территорий (ЗООИТ) — территории, на которых устанавливаются ограничения использования земельных участков, которые распространяются на все, что находится над и под поверхностью земель, если иное не предусмотрено законами о недрах, воздушным и водным законодательством, и ограничивают или запрещают размещение и (или) использование расположенных на таких земельных участках объектов недвижимого имущества и (или) ограничивают или запрещают использование земельных участков для осуществления иных видов деятельности, которые несовместимы с целями установления зон с особыми условиями использования территорий.

Природный комплекс — комплекс функционально и естественно связанных между собой природных объектов, объединенных географическими и иными соответствующими признаками.

Природный ландшафт — территория, которая не подверглась изменению в результате хозяйственной и иной деятельности и характеризуется сочетанием определенных типов рельефа местности, почв, растительности, сформированных в единых климатических условиях.

Режим особой охраны — система запретов и ограничений хозяйственной и иной деятельности, осуществляемой в границах ООПТ.

Функциональные зоны ООПТ — участки в границах ООПТ, выделяемые для установления дифференцированного режима хозяйственной и иной деятельности, не противоречащей целям создания и функционирования ООПТ.

Рекомендации по созданию особо охраняемых природных территорий федерального и регионального значения (разработаны WWF)³

ООПТ федерального значения могут создаваться на территории одного и более субъектов РФ. ООПТ регионального значения создаются в границах субъекта РФ на территории одного и более муниципальных образований, входящих в его состав.

По территориальному строению ООПТ могут быть представлены единым участком или включать два и более несмежных участка (кластера) — ООПТ кластерного типа.

Различают внешние и внутренние границы ООПТ. Внешняя граница отделяет территорию, входящую в состав ООПТ, от смежных территорий, расположенных по ее периферии. Для ООПТ кластерного типа внешние границы устанавливаются для каждого отдельного кластера. Внутренние границы ООПТ отделяют ее территорию от смежных территорий, окруженных территорией ООПТ со всех сторон (рис. 1).

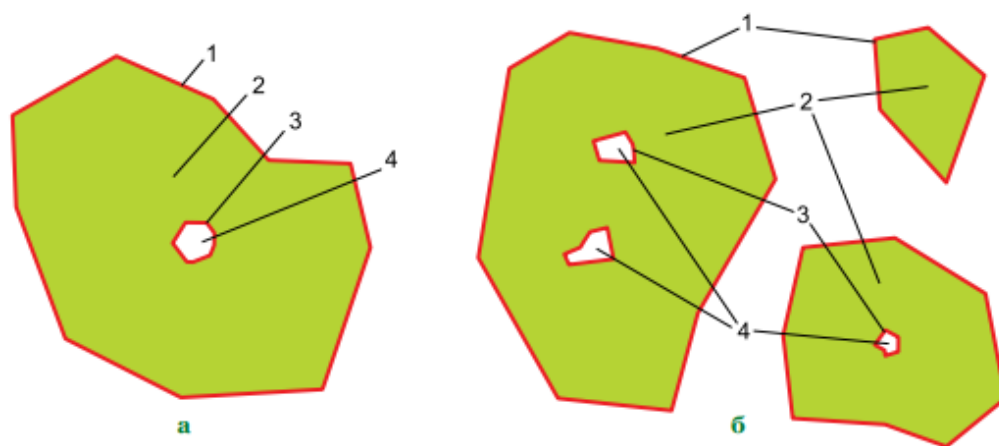


Рисунок 1 – Организация территории и границ ООПТ:

а – ООПТ представлена единой территорией; б – ООПТ кластерного типа, состоящая из трех кластеров, один из которых не имеет внутренних границ (1-внешние границы ООПТ; 2 – территория ООПТ; 3 – внутренние границы ООПТ; 4 – участки, окруженные территорией ООПТ, не входящие в ее состав)

Формирование территории, включаемой в состав ООПТ, осуществляется путем поиска компромисса, достигаемого заинтересованными сторонами с учетом природоохранной, историко-культурной, социально-экономической ценности и антропогенной нарушенности территории, ее вовлеченности в планы социально-экономического развития страны и регионов. В границах территории обследования могут быть выявлены объекты (участки территории), не требующие специальных мер охраны (населенные пункты, месторождения полезных

³ Мнацеканов Р. А., Сергеева М. И., Филиппова Е. В. Методические рекомендации по созданию особо охраняемых природных территорий федерального и регионального значения. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2021. 216 с.

ископаемых, производственные объекты и т.п.). Если такие объекты (участки территории) расположены вблизи от границ территории обследования, то исключение их из состава территории, предлагаемой для включения в ООПТ, обеспечивается конфигурацией внешней границы ООПТ. В ряде случаев, при формировании значительной по площади ООПТ, могут быть выявлены локально расположенные объекты (участки территории), не имеющие природоохранной ценности и не требующие специальных мер охраны, окруженные со всех сторон на значительном протяжении территориями высокой природоохранной ценности.

Ситуация может осложняться, если по территориям, имеющим высокую природоохранную ценность, на значительном протяжении проходят линейные объекты (дороги, ЛЭП и т.д.), обеспечивающие функционирование объектов, не нуждающихся в специальных мерах охраны. Оптимальным решением в этих условиях является установление внутренних границ ООПТ, что позволяет сохранить целостность охраняемой территории и обеспечить контроль за развитием и функционированием объектов на сопредельных участках путем установления охранной зоны ООПТ.

При дальнейшей проработке проектных решений по созданию ООПТ необходимо учитывать наличие участков, о контуренных внутренними границами ООПТ, чтобы при осуществлении функционального зонирования ООПТ предусмотреть возможность доступа на их территорию и обеспечение функционирования объектов, расположенных в их границах. Возможность установления внутренних границ ООПТ значительно увеличивает потенциал развития сети ООПТ, снижает социальную напряженность, обеспечивает поддержку ООПТ органами местного самоуправления и местными сообществами.

Особенности земельного устройства ООПТ

Земельное устройство ООПТ различных категорий является основополагающим фактором, обуславливающим особенности организации и функционирования ООПТ. В этой связи важны два аспекта, определяющие земельное устройство ООПТ:

- право собственности на землю (земельные участки) в составе ООПТ;
- целевое назначение земель (земельных участков) в составе ООПТ.

Право собственности на землю

При создании ООПТ одним из ключевых аспектов является вопрос, связанный с имущественными отношениями на землю и земельные участки, включаемыми в ООПТ. Законодательством РФ и субъектов РФ определены различные варианты формирования территории ООПТ с учетом права собственности на земельные участки, включаемые в их состав. ООПТ могут создаваться только на землях, находящихся в государственной собственности, или могут включать земли иных пользователей, т.е. создаются без изъятия земельных участков у их правообладателей. Кроме того, законодательством РФ предусмотрена

возможность изъятия земельных участков у правообладателей земельных участков с целью создания ООПТ. Варианты формирования территории различных категорий ООПТ представлены в федеральном законе «Об особо охраняемых природных территориях»⁴

Создание ООПТ с изъятием земельных участков у их правообладателей осуществляется в соответствии с гражданским и земельным законодательством и предполагает прекращение существующих прав правообладателей: права собственности на землю, права владения и пользования земельными участками, в т.ч. арендных отношений. Изъятие земельных участков для государственных нужд при создании ООПТ федерального значения предполагает передачу земельных участков, а также находящихся на них объектов недвижимого имущества, в собственность РФ, а при создании ООПТ регионального значения — передачу земельных участков и находящихся на них объектов недвижимого имущества в собственность соответствующего субъекта РФ.

Согласно п. 6 ст. 279 Гражданского кодекса Российской Федерации сроки, размер возмещения и другие условия, на которых осуществляется изъятие земельного участка для государственных нужд, определяются соглашением об изъятии земельного участка и расположенных на нем объектов недвижимости или решением суда в случае принудительного изъятия.

Создание заповедников осуществляется на землях РФ, земельных участках, изымаемых у иных правообладателей в соответствии со ст. 56.3 Земельного кодекса Российской Федерации для создания ООПТ, а также земельных участках неразграниченной государственной собственности.

Дендрологические парки и ботанические сады создаются на землях, находящихся в государственной собственности, а также земельных участках, изымаемых у иных правообладателей для создания ООПТ.

Остальные категории ООПТ федерального и регионального уровня могут создаваться на землях, находящихся в государственной собственности, земельных участках, изымаемых у иных правообладателей для создания ООПТ, а также включать земельные участки иных правообладателей, если вид разрешенного использования таких участков (и их фактическое использование) не противоречит режиму особой охраны ООПТ: земельные участки, находящиеся в муниципальной и частной собственности.

Целевое назначение земель

Целевое назначение земель, входящих в состав ООПТ, обеспечивает их использование в соответствии с установленным назначением. В развитие данной нормы Земельного кодекса РФ (п. 2 ст. 7) Федеральным законом «Об особо охраняемых природных территориях» запрещается изменение целевого назначения:

⁴ Федеральный закон "Об особо охраняемых природных территориях" от 14.03.1995 N 33-ФЗ

- земель и земельных участков, расположенных в границах государственных природных заповедников;

- земельных участков, находящихся в границах национальных и природных парков, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами.

Согласно п. 2 ст. 10 Федерального закона от 21.12.2004 № 172-ФЗ «О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую», перевод земель или земельных участков в составе таких земель в земли особо охраняемых территорий и объектов (за исключением земель населенных пунктов) допускается в случае создания особо охраняемых территорий.

Перевод земель или земельных участков в составе таких земель в земли особо охраняемых территорий и объектов осуществляется:

- Правительством РФ в отношении земель, находящихся в федеральной собственности (земли лесного фонда, водного фонда и т.д.);

- органами исполнительной власти субъектов РФ в отношении земель, находящихся в собственности субъектов РФ, а также земель сельскохозяйственного назначения, находящихся в муниципальной или частной собственности;

- органами местного самоуправления в отношении земель, находящихся в муниципальной и частной собственности (за исключением земель сельскохозяйственного назначения).

Согласно п. 2 ст. 95 Земельного кодекса Российской Федерации допускается включение в земли особо охраняемых природных территорий земельных участков, принадлежащих гражданам и юридическим лицам на праве собственности, включенных в состав ООПТ.

Функциональное зонирование ООПТ

Дифференцированный режим особой охраны ООПТ устанавливается путем выделения функциональных зон. Федеральным законодательством функциональное зонирование предусмотрено для следующих категорий ООПТ: национальные парки, природные парки, дендрологические парки и ботанические сады. Перечень функциональных зон национальных парков закрытый, в отличие от природных парков, дендрологических парков и ботанических садов, состав функциональных зон которых может быть дополнен.

Организация работ по созданию ООПТ

В целом работы по созданию ООПТ можно разделить на 4 этапа, включающих весь процесс от выявления природных комплексов и объектов, требующих специальных мер охраны, до принятия решения о создании ООПТ.

ЭТАП 1. ИНИЦИИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ ООПТ

Задачи:

- выявление природных комплексов и объектов, сохранение которых требует специальных мер охраны;

- оценка соответствия предложений требованиям законодательства в сфере ООПТ.

Результаты:

- определены территории, включающие природные комплексы и объекты, требующие специальных мер охраны;

- установлены сроки создания ООПТ;

- планируемые к созданию ООПТ включены в документы стратегического планирования: ООПТ федерального значения — в национальный проект «Экология», а после его завершения в иные документы перспективного планирования федеральной сети ООПТ; ООПТ регионального значения — в Схемы развития и размещения ООПТ региона.

ЭТАП 2. ПОДГОТОВКА МАТЕРИАЛОВ, ОБОСНОВЫВАЮЩИХ СОЗДАНИЕ ООПТ

Задачи:

- получение актуальной информации о состоянии территории обследования;

- оценка природоохранной, историко-культурной, социально-экономической значимости территории;

- оценка кадастровой информации, представленной в ЕГРН, о видах разрешенного использования земельных участков, включаемых в ООПТ, и об объектах недвижимости в границах территории обследования;

- подготовка проектных решений об организации границ ООПТ и ее функциональном зонировании (при необходимости);

- разработка режима особой охраны и видов разрешенного использования (основных, а при необходимости вспомогательных);

- проведение общественного обсуждения предлагаемых проектных решений.

Результаты:

- материалы, обосновывающие создание ООПТ, подготовлены в полном объеме и направлены в уполномоченный орган государственной власти в области охраны окружающей среды.

ЭТАП 3. ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТ И ВЫБОР ПРОЕКТИРОВЩИКА.

Начало работ на данном этапе связано с определением источников финансирования и проектировщика. Способ и сроки, в течение которых проводится выбор проектировщика, напрямую связаны с источником финансирования деятельности по подготовке материалов, обосновывающих создание ООПТ. Действующим законодательством предусмотрены следующие источники финансирования рассматриваемых работ:

- государственный бюджет: при создании ООПТ федерального значения — бюджет РФ, а также софинансирование из бюджета субъектов РФ; при создании ООПТ регионального значения — бюджет субъектов РФ;

- средства юридических лиц: природоохранные, научные организации и иные юридические лица;

- средства физических лиц.

ЭТАП 4. ПОДГОТОВКА И СОГЛАСОВАНИЕ ПРОЕКТА ПРАВОВОГО АКТА О СОЗДАНИИ ООПТ

Задачи:

- анализ материалов, обосновывающих создание ООПТ;
- подготовка проекта правового акта о создании ООПТ и сопроводительных документов;

- согласование правового акта о создании ООПТ с заинтересованными сторонами.

Результаты:

- подготовлен и согласован проект правового акта о создании ООПТ.

ЭТАП 5. ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ О СОЗДАНИИ ООПТ

Задачи:

- принятие и вступление в силу правового акта о создании ООПТ.

Участники:

- Правительство РФ, высший орган исполнительной власти субъекта РФ.

Ответственный исполнитель:

- высший орган исполнительной власти РФ или субъекта РФ.

Результат:

- создание ООПТ

Задание

1. Заполните таблицу с использованием ФЗ №33 «Об особо охраняемых природных территориях».

Категория ООПТ	Форма собственности	Задачи	Режим использования и ограничения	Пример

2. Используя информацию о состоянии экосистем и биоразнообразии различных регионов, подготовьте проект особо охраняемой зоны заданной категории. Проект должен быть представлен в виде презентации.

Примерная структура проекта следующая:

1 Местоположение территории в системе административно-территориального деления

2 Характеристика территории (физико-географическая характеристика: положение территории в системах районирования, краткая характеристика ландшафтов, растительного и животного мира)

3 Территории и объекты с установленным режимом охраны и использования (если они имеются)

3.1 ООПТ (правовые основания функционирования, местоположение, площадь, краткая характеристика, режим использования территории)

3.2 Лечебно-оздоровительные местности и курорты (правовые основания функционирования, местоположение, площадь, краткая характеристика, режим использования территории)

3.3 Водоохранные зоны (правовые основания функционирования, местоположение, краткая характеристика, режим использования территории)

3.4 Территории, запретные для добычи объектов животного (растительного) мира (районы, запретные для добычи (вылова) водных биоресурсов; защитные участки территорий и акваторий для сохранения объектов животного мира и т.п.)

3.5 Водно-болотные угодья, имеющие международное значение (Рамсарская конвенция) (правовые основания функционирования, местоположение, площадь, краткая характеристика, режим использования территории)

3.6 Объекты культурного наследия (правовые основания функционирования, местоположение, площадь, краткая характеристика, режим использования территории)

4 Характеристика природопользования на создаваемой ООПТ (урбанизация, в т.ч. анализ документов территориального планирования, градостроительной деятельности и правил землепользования и застройки (при наличии), промышленное производство, объекты топливно-энергетического комплекса, транспорт и иные линейные объекты, недропользование (наличие месторождений, их краткая характеристика и использование, данные о лицензиях на пользование недрами и срок их действия), водопользование и т.д.)

5 Обоснование создания ООПТ

5.1 Значение территории для сохранения ландшафтов и экосистем

5.2 Значение территории для сохранения биологического разнообразия

5.3 Значение территории для сохранения редких и эндемичных видов

5.4 Значение территории в качестве центра воспроизводства хозяйственно ценных видов животных

5.5 Значение территории для обеспечения экологического баланса региона

5.6 Значение территории для сохранения объектов культурного наследия

5.7 Рекреационное значение территории

6 Сведения о создаваемой ООПТ

6.1 Цель и задачи создания ООПТ

6.2 Обоснование категории, границ и принципы создания ООПТ

6.3 Местоположение ООПТ и земельное устройство территории (экспликации земель по категориям земель и правообладателям земельных участков, расположенных в границах ООПТ)

6.4 Местоположение ООПТ в системе лесоустройства (лесничество, участковое лесничество, лесные кварталы и выделы) (при необходимости)

6.5 Функциональное зонирование ООПТ (с указанием принципов выделения функциональных зон, количества участков и их площади, сводной информации о структуре функционального зонирования ООПТ)

Вопросы для самопроверки

1. Что такое особо охраняемые территории?
2. Какие виды ООПТ установлены законодательством?
3. В чем различия между заповедником и заказником?
4. Какие могут быть источники финансирования ООПТ?
5. Какова процедура изъятия земли для создания ООПТ?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8. «ПОЛИГОНЫ ТБО И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ»

Цель – получение практических навыков определения основных показателей полигонов твердых бытовых отходов, характеризующих степень их воздействия на окружающую среду.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Одна из современных проблем градостроительства - задача рационального, эффективного использования территориальных ресурсов. Увеличение численности населения, развитие экономики и повышение жизненного уровня сопровождаются ростом потребления земельных ресурсов и значительным увеличением объемов образования отходов производства и потребления. Основная часть отходов аккумулируется на полигонах - специализированных предприятиях, предназначенных для обезвреживания и захоронения отходов, или попадает на свалки - места стихийного неконтролируемого размещения мусора.

Твердые коммунальные отходы (ТКО) – непригодные для дальнейшего использования пищевые продукты и предметы быта, выбрасываемые человеком.

Полигонное захоронение ТБО широко практикуется во всем мире. Основное достоинство технологии захоронения - простота, малые капитальные и эксплуатационные затраты и относительная безопасность для окружающей среды.

Постоянное расширение городских территорий приводит к тому, что закрытые свалки и полигоны оказываются расположенными в городской черте. Полезное использование техногенных территорий полигонов ТБО и свалок становится возможным только после их рекультивации. Под рекультивацией полигонов хранения отходов понимается в основном комплекс работ по устройству системы поверхностной изоляции, созданию плодородного корнеобитаемого почвенного слоя и восстановлению живых компонентов биоты (микроорганизмы, грибы, высшие растения), так называемая биологическая рекультивация.

На полигонах хранения ТБО размещаются отходы из жилых домов, общественных зданий и учреждений, предприятий торговли, общественного питания, уличный, садово-парковый смет, строительный мусор и некоторые виды твердых промышленных отходов III - IV класса опасности.

Обычно полигон сооружают там, где основанием могут служить глины и тяжелые суглинки. Если это невозможно, устраивается водонепроницаемое основание, что приводит к значительным дополнительным затратам. Площадь земельного участка выбирается с условием его срока эксплуатации (15-20 лет) и в зависимости от объема захораниваемых отходов может достигать 40-200 га. Высота складирования отходов составляет 12-60 м.

Полигоны бывают малонагружаемыми (2-6 т/м²) и высоконагружаемыми (10-20 т/м²). Годовой объем принимаемых отходов может составлять от 10 тыс. до 3 млн м³. Технологический процесс захоронения отходов проводится, как правило, картовым методом, что позволяет поэтапно вводить в действие природоохранные мероприятия, не дожидаясь завершения эксплуатации полигона в целом. Технология складирования ТБО на полигонах предусматривает установку водоупорных экранов для защиты грунтовых вод и ежедневную наружную изоляцию для защиты атмосферы, почвы, а также прилегающих территорий. Все работы по складированию, уплотнению и изоляции ТБО на полигонах выполняются механизированно.

Пострекультивационное использование территорий полигонов ТБО возможно по различным направлениям - лесохозяйственным, рекреационным (лыжные горки, стадионы, спортивные площадки), гражданского строительства, создания коммерческих или промышленных зон (склады, автостоянки, легкие конструкции). Характер такого использования и расходы на рекультивацию должны учитываться еще на стадии проектирования полигона.

В процессе эксплуатации полигона ТБО, а также в течение продолжительного времени после его рекультивации происходит выделение свалочных газов в атмосферный воздух, образуются фильтрационные воды (фильтрат), а также меняются геопоказатели грунтов под телом полигона, что приводит к увеличению фильтрационной способности грунтов и, как следствие, к загрязнению грунтовых вод.

Большинство функционирующих и закрытых полигонов в России недостаточно оборудованы инженерными сооружениями, позволяющими обеспечить максимальное снижение загрязнения окружающей среды. Принятая система унитарного сбора ТБО (без разделения на органические, неорганические, опасные и т.п. компоненты) также усиливает недостатки технологии хранения отходов на полигонах.

Различают 3 основных этапа существования полигона:

первый этап - период работы полигона, который длится 15-20 лет. За это время происходит заполнение мощностей полигона отходами;

второй этап (его условно можно назвать биореактором) - период после закрытия полигона до времени затухания биохимических процессов в свалочном теле. В этот период процессы биохимического разложения вещества в теле полигона при отсутствии специальных технологических решений протекают естественным образом;

третий этап - период адаптации полигона к окружающей среде. Современные полигоны ТКО – это комплексные природоохранные сооружения, предназначенные для обезвреживания и захоронения отходов. Полигоны должны обеспечивать защиту от загрязнения отходами атмосферного воздуха,

почвы, поверхностных и грунтовых вод, препятствовать распространению грызунов, насекомых и болезнетворных микроорганизмов.

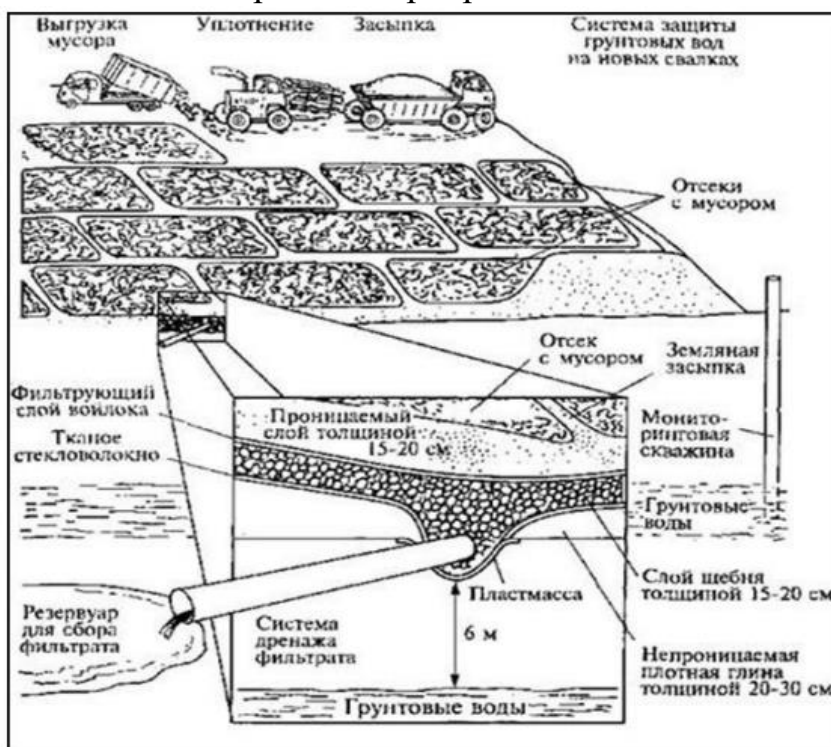


Рисунок 1 – Принципиальная схема полигона ТБО
(вертикальная планировка элементов)

Размеры земельных участков, отводимых под полигон, рассчитываются из условия 0,02–0,05 га на 1000 т ТКО. Теоретическая вместимость полигона на расчетный срок эксплуатации (15–30 лет) определяется по формуле

$$V_{\Pi} = (Y_1 + Y_2) (H_1 + H_2) T K_2 / 4K_1,$$

где Y_1 , Y_2 – удельные годовые нормы накопления отходов в первый и последний годы эксплуатации полигона, т/чел.; H_1 , H_2 – численность населения, обслуживаемого полигоном, на первый и последний годы эксплуатации, чел.; T – расчетный срок эксплуатации полигона, годы; K_1 – коэффициент уплотнения ТКО, равный отношению плотности ТКО после уплотнения к плотности ТКО, доставляемых мусоровозами на полигон (зависит от массы грунтоуплотняющей машины и толщины изолирующего слоя); K_2 – коэффициент, учитывающий увеличение объема полигона за счет устройства наружных и внутренних изолирующих слоев (зависит от изолирующего материала – грунта, забираемого из основания полигона или привозного).

Удельная годовая норма накопления ТКО по объему за 2-й год эксплуатации определяется из условия ежегодного роста ее по объему на 3%, то есть $Y_2 = Y_1 * (1,03)^{T-1}$. Коэффициент K_1 , учитывающий уплотнение ТКО в процессе эксплуатации полигона за весь срок T , определяется по табл. 1 с учетом массы бульдозера или катка.

Таблица 1 – Возможные значения коэффициента K_1

Масса бульдозера или катка, т	Полная проектируемая высота полигона, м	K_1
3–6	20–30	3,0
12–14	менее 20	3,7
12–14	20–30	4,0
20–22	50 и более	4,5

Примечание. Значения K_1 приведены при соблюдении послойного уплотнения ТКО, оседания в течение не менее 5 лет и плотности ТКО в местах сбора $P_1 = 200 \text{ кг/м}^3$.

Коэффициент K_2 , учитывающий объем изолирующих слоев грунта, в зависимости от общей высоты определяется по табл. 2.

Таблица 2 – Возможные значения коэффициента K_1

Общая высота, м	5,25	7,5	9,75	12...15	16...49	40...50	Более 50
k_2	1,37	1,27	1,25	1,22	1,2	1,18	1,16

Примечание:. При обеспечении работ по промежуточной и окончательной изоляции полностью за счет грунта, разрабатываемого в основании полигона, $k_2=1$.

Площадь участка складирования ТКО определяется по формуле

$$\hat{S}_{y.c} = 3V_{II} / H,$$

где H – проектируемая высота полигона, м.

$$S = 1,1 S_{y.c} + S_{дон},$$

Требуемая площадь полигона составит:

где $S_{дон}$ – площадь участка хозяйственной зоны и площадки мойки контейнера (в среднем $S_{дон} = 1,0 \text{ га}$).

Нормируемый размер санитарно-защитной зоны полигона составляет 500 м. Создание полигонов и СЗЗ вокруг них требует отчуждения больших земельных площадей (40–200 га). Полигоны нельзя размещать на расстоянии ближе чем 15 км от аэропортов. Не допускается размещение полигонов на территории 1-го и 2-го поясов зон санитарной охраны водисточников, в местах массового отдыха населения и оздоровительных учреждений.

При выборе участка для размещения полигона учитывают гидрологические условия местности. Грунтовые воды на участке полигона должны залегать на глубине более 2 м. Нельзя использовать под полигоны болота, затопляемые территории, районы геологических разломов. Предпочтение отдается участкам залегания водоупорных пород – глин, суглинков.

На количественную характеристику выбросов загрязняющих веществ с полигонов отходов влияет большое количество факторов, среди которых:

– климатические условия;

- рабочая (активная) площадь полигона;
- сроки эксплуатации полигона;
- количество захороненных отходов;
- мощность слоя складированных отходов;
- соотношение количества завезенных бытовых и промышленных отходов;
- морфологический состав завезенных отходов;
- влажность отходов;
- содержание органической составляющей в отходах;
- содержание жироподобных, углеводоподобных и белковых веществ в органике отходов;
- технология захоронения отходов.

Продуктом анаэробного разложения органической составляющей отходов является биогаз, представляющий собой в основном смесь метана и углекислого газа. Система сбора биогаза состоит из нескольких рядов вертикальных колодцев (газодренажных скважин) или горизонтальных траншей. Последние заполнены песком или щебнем и перфорированными трубами.

Удельный выход биогаза за период его активной стабилизированной генерации при метановом брожении применительно к абсолютно сухому веществу отходов определяется по уравнению

$$Q = 10^{-4} R(0,92Ж + 0,62У + 0,34Б),$$

где Q – удельный выход биогаза за период его активной генерации, кг/кг отходов; R – содержание органической составляющей в отходах, %; $Ж$ – содержание жироподобных веществ в органике отходов, %; $У$ – содержание углеводоподобных веществ в органике отходов, %; $Б$ – содержание белковых веществ в органике отходов, %. R , $Ж$, $У$ и $Б$ – определяются анализами забираемых проб отходов.

В реальных условиях отходы содержат определенное количество влаги, которая сама по себе биогаз не генерирует. Следовательно, выход биогаза, отнесенный к единице веса реальных влажных отходов, будет меньше, чем отнесенный к той же единице абсолютно сухих отходов в $10^{-2} (100 - W)$ раз, так как в весовой единице влажных отходов абсолютно сухих отходов, генерирующих биогаз, будет всего $10^{-2} (100 - W)$ от этой единицы (здесь W – фактическая влажность отходов, %; определенная анализаторами проб отходов).

Так, уравнение выхода биогаза при метановом брожении реальных влажных отходов принимает вид

$$Q_W = 10^{-6} R(100 - W)(0,92Ж + 0,62У + 0,34Б),$$

где множитель $10^{-2} (100 - W)$ учитывает, какова доля абсолютно сухих отходов в общем количестве реальных влажных отходов.

Количественный выход биогаза за год (кг/т отходов в год), отнесенный к одной тонне отходов, определяется по формуле

$$P_{\text{уд}} = \frac{Q_W}{t_{\text{сбр}}},$$

где $t_{\text{сбр}}$ – период полного сбраживания органической части отходов, лет; определяемый по приближенной эмпирической формуле

$$t_{\text{сбр}} = \frac{10248}{T_{\text{тепл}} \cdot t_{\text{ср.тепл}}^{0,301966}},$$

где $t_{\text{ср.тепл}}$ – средняя из среднемесячных температура воздуха в районе полигона твердых бытовых и промышленных отходов (ТКО и ПО) за теплый период года ($t > 0$), °С; $T_{\text{тепл}}$ – продолжительность теплого периода года в районе полигона ТКО и ПО, дни; 10248 и 0,301966 – удельные коэффициенты, учитывающие термическое разложение органики.

Для определения плотности биогаза (кг/м³) применяется формула

$$\rho_{\text{б.г}} = 10^{-6} \sum_{i=1}^n C_i,$$

где C_i – концентрация i -го компонента в биогазе, мг/м³.

Используя полученные анализами концентрации компонентов в биогазе и рассчитанную его плотность, определяют весовое процентное содержание этих компонентов в биогазе:

$$C_{\text{вес.г}} = 10^{-4} \frac{C_i}{\rho_{\text{б.г}}}.$$

По рассчитанным количественному выходу биогаза за год, отнесенному к 1 тонне, отходов и весовым процентным содержаниям компонентов в биогазе определяются удельные массы компонентов (кг/тонн отходов в год) по формуле

$$P_{\text{уд.г}} = \frac{C_{\text{вес.г}} \cdot P_{\text{уд}}}{100}.$$

Для расчета величин выбросов подсчитывается количество активных отходов, стабильно генерирующих биогаз, с учетом того, что период стабильного активного выхода биогаза в среднем составляет 20 лет и фаза анаэробного стабильного разложения органической составляющей отходов наступает спустя в среднем 2 года после захоронения отходов. Отходы, завезенные в последние два года, не входят в число активных. Таким образом, если полигон функционирует менее 20 лет, то учитываются все отходы, за исключением завезенных в последние 2 года, а если полигон функционирует более 20 лет, то учитываются только отходы, завезенные в последние 20 лет, за исключением отходов, ввезенных в последние 2 года.

Максимальные разовые выбросы i -го компонента биогаза с полигона (г/с) определяются по формуле

$$M_i = 0,01 \cdot C_{\text{вес},i} M_{\text{сум}},$$

$$M_{\text{сум}} = \frac{P_{\text{уд}} \sum D}{86,4 \cdot T_{\text{тепл}}},$$

где $\sum D$ – количество активных, стабильно генерирующих биогаз отходов, т; $T_{\text{тепл}}$ – продолжительность теплого периода года в районе полигона ТКО, дней.

Биогаз образуется неравномерно в зависимости от времени года. При отрицательных температурах процесс «мезофильного сбраживания» (до 55°C) органической части ТКО и ПО прекращается, происходит т.н. «законсервирование» до наступления более теплого периода года ($t_{\text{ср.мес}} > 0^\circ\text{C}$).

Приведенная формула для вычисления максимального разового выброса i -го компонента справедлива только в теплый период года ($t_{\text{ср.мес}} > 8^\circ\text{C}$). При обследовании в более холодное время ($0 < t_{\text{ср.мес}} \leq 8^\circ\text{C}$), что нецелесообразно хотя бы из-за дополнительных погрешностей измерения, в формуле следует применять повышающий коэффициент неравномерности образования биогаза 1,3.

С учетом коэффициента неравномерности валовые выбросы i -го загрязняющего вещества с полигона (т/год) определяются по формуле

$$G_{\text{сум}} = M_{\text{сум}} \left(\frac{a \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600}{12} + \frac{b \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600}{12 \cdot 1,3} \right) \cdot 10^{-6},$$

$$G_i = 0,01 \cdot C_{\text{вес},i} \cdot G_{\text{сум}},$$

где a и b – соответственно теплый и холодный периоды года в месяцах (a при $t_{\text{ср.мес}} > 8^\circ\text{C}$, b при $0 < t_{\text{ср.мес}} \leq 8^\circ\text{C}$).

ЗАДАНИЕ

1. Описать методику расчета площади полигона и объема биогаза.
2. Выполнить расчет площади полигона по представленным данным (Приложение 4)
3. Рассчитать удельный выход биогаза за период его активной стабилизированной генерации при метановом брожении и количественный выход биогаза в год.

Вопросы для самопроверки:

1. Как определяется ёмкость полигона ТКО?
2. Какие природоохранные меры нужно соблюдать при устройстве полигона?
3. Что такое рекультивация полигона?
4. Какие функциональные зоны выделяют на территории полигона?

Приложение 1

Вариант 1	1	2	3
		Добыча нефти	
Объем продукции, тыс. т	1790	985	7829
$Q_{\text{пи}}$ - объем повторно используемой воды, м ³ /год	140720	750800	148200
$Q_{\text{об}}$ - объем используемой оборотной воды, м ³ /год	65000	150420	142050
$Q_{\text{к}}$ - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые сточные воды), м ³ /год	25010	20100	35200
$Q_{\text{св}}$ - объем используемой свежей воды, м ³ /год	1520000	520000	4350000
$Q_{\text{с}}$ - объем воды, привносимой с сырьем, м ³ /год	12000	8500	24000
$Q_{\text{сбр}}$ - объем сточных вод, м ³ /год	162000	852000	1502000
$Q_{\text{св}}^{\text{об}}$ - объем используемой свежей воды для восполнения системы оборотного водоснабжения, м ³ /год	78000	45000	178000
$Q_{\text{к}}^{\text{об}}$ - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые воды), м ³ /год	25010	20100	35200
$Q_{\text{пи}}^{\text{об}}$ - объем повторно используемой воды в оборотном водоснабжении, м ³ /год	50420	150420	142050
$Q_{\text{сбр}}^{\text{об}}$ - объем сточных вод, отводимых в водный объект из системы оборотного водоснабжения, м ³ /год	32500	56000	98000
ПАН - показатель антропогенной нагрузки, усл. м ³ /м ³	3,6	42,1	28,6
Q- объем производственных сточных вод ОНВ, тыс. м ³ /год	162	852	1502
ПВ- потенциал воздействия, ЕВ/м ³	11,8	48,7	32,1
Q- объем производственных сточных вод ОНВ, тыс.м ³ /т	58,9	458	980
Масса сброса загрязняющих веществ, тыс. т/год	425	325	1870

Вариант 2	1	2	3
	Электроэнергия конденсационных электростанций на органическом топливе		
Объем продукции, МВт*ч	2595,5	965,3	8455,32
$Q_{\text{пи}}$ - объем повторно используемой воды, м ³ /год	204044	735784	160056
$Q_{\text{об}}$ - объем используемой оборотной воды, м ³ /год	94250	147411,6	153414
$Q_{\text{к}}$ - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые сточные воды), м ³ /год	36264,5	19698	38016
$Q_{\text{св}}$ - объем используемой свежей воды, м ³ /год	2204000	509600	4698000
$Q_{\text{с}}$ - объем воды, привносимой с сырьем, м ³ /год	17400	8330	25920
$Q_{\text{сбр}}$ - объем сточных вод, м ³ /год	234900	834960	1622160
$Q_{\text{св}}^{\text{об}}$ - объем используемой свежей воды для восполнения системы оборотного водоснабжения, м ³ /год	113100	44100	192240
$Q_{\text{к}}^{\text{об}}$ - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые воды), м ³ /год	36264,5	19698	38016
$Q_{\text{пи}}^{\text{об}}$ - объем повторно используемой воды в оборотном водоснабжении, м ³ /год	73109	147411,6	153414
$Q_{\text{сбр}}^{\text{об}}$ - объем сточных вод, отводимых в водный объект из системы оборотного водоснабжения, м ³ /год	47125	54880	105840
ПАН - показатель антропогенной нагрузки, усл. м ³ /м ³	5,22	41,258	30,888
Q- объем производственных сточных вод ОНВ, тыс. м ³ /год	234,9	834,96	1622,16
ПВ- потенциал воздействия, ЕВ/м ³	17,11	47,726	34,668
Q- объем производственных сточных вод ОНВ, тыс.м ³ /т	85,405	448,84	1058,4
Масса сброса загрязняющих веществ, тыс. т/год	616,25	318,5	895,0

Вариант 3

	1	2	3
	Сталелитейный завод		
Объем продукции, тыс. т	1217,2	1448,0	4071,1
$Q_{\text{пи}}$ - объем повторно используемой воды, м ³ /год	95689,6	1103676,0	77064,0
$Q_{\text{об}}$ - объем используемой оборотной воды, м ³ /год	44200,0	221117,4	73866,0
$Q_{\text{к}}$ - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые сточные воды), м ³ /год	17006,8	29547,0	18304,0
$Q_{\text{св}}$ - объем используемой свежей воды, м ³ /год	103360,0	764400,0	2262000,0
$Q_{\text{с}}$ - объем воды, привносимой с сырьем, м ³ /год	8160,0	12495,0	12480,0
$Q_{\text{сбр}}$ - объем сточных вод, м ³ /год	110160,0	1252440,0	781040,0
$Q_{\text{св}}^{\text{об}}$ - объем используемой свежей воды для восполнения системы оборотного водоснабжения, м ³ /год	53040,0	66150,0	92560,0
$Q_{\text{к}}^{\text{об}}$ - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые воды), м ³ /год	17006,8	29547,0	18304,0
$Q_{\text{пи}}^{\text{об}}$ - объем повторно используемой воды в оборотном водоснабжении, м ³ /год	34285,6	221117,4	73866,0
$Q_{\text{сбр}}^{\text{об}}$ - объем сточных вод, отводимых в водный объект из системы оборотного водоснабжения, м ³ /год	22100,0	82320,0	50960,0
ПАН - показатель антропогенной нагрузки, усл. м ³ /м ³	2,4	61,9	14,9
Q- объем производственных сточных вод ОНВ, тыс. м ³ /год	110,2	1252,4	781,0
ПВ- потенциал воздействия, ЕВ/м ³	8,0	71,6	16,7
Q- объем производственных сточных вод ОНВ, тыс. м ³ /т	40,1	673,3	509,6
Масса сброса загрязняющих веществ, тыс. т/год	289,0	477,8	462,0

Вариант 4

	1	2	3
	Трубопрокатный завод		
Объем продукции, тыс. т	2148	955,45	9942,83
$Q_{\text{пи}}$ - объем повторно используемой воды, м ³ /год	168864	728276	188214
$Q_{\text{об}}$ - объем используемой оборотной воды, м ³ /год	78000	145907,4	180403,5
$Q_{\text{к}}$ - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые сточные воды), м ³ /год	30012	19497	44704
$Q_{\text{св}}$ - объем используемой свежей воды, м ³ /год	1824000	504400	5524500
$Q_{\text{с}}$ - объем воды, привносимой с сырьем, м ³ /год	14400	8245	30480
$Q_{\text{сбр}}$ - объем сточных вод, м ³ /год	194400	826440	1907540
$Q_{\text{св}}^{\text{об}}$ - объем используемой свежей воды для восполнения системы оборотного водоснабжения, м ³ /год	93600	43650	226060
$Q_{\text{к}}^{\text{об}}$ - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые воды), м ³ /год	30012	19497	44704
$Q_{\text{пи}}^{\text{об}}$ - объем повторно используемой воды в оборотном водоснабжении, м ³ /год	60504	145907,4	180403,5
$Q_{\text{сбр}}^{\text{об}}$ - объем сточных вод, отводимых в водный объект из системы оборотного водоснабжения, м ³ /год	39000	54320	124460
ПАН - показатель антропогенной нагрузки, усл. м ³ /м ³	4,3	40,8	36,3
Q- объем производственных сточных вод ОНВ, тыс. м ³ /год	194,4	826,44	1907,54
ПВ- потенциал воздействия, ЕВ/м ³	14,2	47,2	40,8
Q- объем производственных сточных вод ОНВ, тыс. м ³ /т	70,68	444,26	1244,6
Масса сброса загрязняющих веществ, тыс. т/год	510	315,25	1002,03

Вариант 5

	1	2	3
	Завод по производству картона тарного		
Объем продукции, тыс. т	1031,0	1299,4	3380,6
$Q_{\text{пи}}$ - объем повторно используемой воды, м ³ /год	81054,7	990455,4	63992,8
$Q_{\text{об}}$ - объем используемой оборотной воды, м ³ /год	37440,0	198434,1	61337,2
$Q_{\text{к}}$ - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые сточные воды), м ³ /год	14405,8	26515,9	15199,4
$Q_{\text{св}}$ - объем используемой свежей воды, м ³ /год	875520,0	685984,0	1878330,0
$Q_{\text{с}}$ - объем воды, привносимой с сырьем, м ³ /год	6912,0	11213,2	10363,2
$Q_{\text{сбр}}$ - объем сточных вод, м ³ /год	93312,0	1123958,4	648563,6
$Q_{\text{св}}^{\text{об}}$ - объем используемой свежей воды для восполнения системы оборотного водоснабжения, м ³ /год	44928,0	59364,0	76860,4
$Q_{\text{к}}^{\text{об}}$ - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые воды), м ³ /год	14405,8	26515,9	15199,4
$Q_{\text{пи}}^{\text{об}}$ - объем повторно используемой воды в оборотном водоснабжении, м ³ /год	29041,9	198434,1	61337,2
$Q_{\text{сбр}}^{\text{об}}$ - объем сточных вод, отводимых в водный объект из системы оборотного водоснабжения, м ³ /год	18720,0	73875,2	42316,4
ПАН - показатель антропогенной нагрузки, усл. м ³ /м ³	2,1	55,5	12,3
Q - объем производственных сточных вод ОНВ, тыс. м ³ /год	93,3	1124,0	648,6
ПВ- потенциал воздействия, ЕВ/м ³	6,8	64,2	13,9
Q - объем производственных сточных вод ОНВ, тыс.м ³ /т	33,9	604,2	423,2
Масса сброса загрязняющих веществ, тыс. т/год	244,8	428,7	340,7

Вариант 6

	1	2	3
	Производство синтетического волокна		
Объем продукции, тыс. т	804,2	1130,5	4293,3
$Q_{\text{пи}}$ - объем повторно используемой воды, м ³ /год	63222,7	861696,2	81270,8
$Q_{\text{об}}$ - объем используемой оборотной воды, м ³ /год	29203,2	172637,6	77898,2
$Q_{\text{к}}$ - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые сточные воды), м ³ /год	11236,5	23068,9	19303,2
$Q_{\text{св}}$ - объем используемой свежей воды, м ³ /год	682905,6	596806,1	2385479,1
$Q_{\text{с}}$ - объем воды, привносимой с сырьем, м ³ /год	5391,4	9755,5	13161,3
$Q_{\text{сбр}}$ - объем сточных вод, м ³ /год	72783,4	977843,8	823675,8
$Q_{\text{св}}^{\text{об}}$ - объем используемой свежей воды для восполнения системы оборотного водоснабжения, м ³ /год	35043,8	51646,7	97612,7
$Q_{\text{к}}^{\text{об}}$ - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые воды), м ³ /год	11236,5	23068,9	19303,2
$Q_{\text{пи}}^{\text{об}}$ - объем повторно используемой воды в оборотном водоснабжении, м ³ /год	22652,7	172637,6	77898,2
$Q_{\text{сбр}}^{\text{об}}$ - объем сточных вод, отводимых в водный объект из системы оборотного водоснабжения, м ³ /год	14601,6	64271,4	53741,8
ПАН - показатель антропогенной нагрузки, усл. м ³ /м ³	1,6	48,3	15,7
Q - объем производственных сточных вод ОНВ, тыс. м ³ /год	72,8	977,8	823,7
ПВ- потенциал воздействия, ЕВ/м ³	5,3	55,9	17,6
Q - объем производственных сточных вод ОНВ, тыс.м ³ /т	26,5	525,6	537,4
Масса сброса загрязняющих веществ, тыс. т/год	190,9	373,0	432,7

Вариант 7

	1	2	3
	Продукция нефтеперерабатывающих заводов топливного профиля		
Объем продукции, тыс. т	865,7	1750,7	4961,8
$Q_{\text{пи}}$ - объем повторно используемой воды, м ³ /год	68052,9	1334422,7	93924,7
$Q_{\text{об}}$ - объем используемой оборотной воды, м ³ /год	31434,3	267346,6	90027,0
$Q_{\text{к}}$ - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые сточные воды), м ³ /год	12095,0	35724,4	22308,7
$Q_{\text{св}}$ - объем используемой свежей воды, м ³ /год	735079,6	924213,9	2756898,2
$Q_{\text{с}}$ - объем воды, привносимой с сырьем, м ³ /год	5803,3	15107,3	15210,5
$Q_{\text{сбр}}$ - объем сточных вод, м ³ /год	78344,0	1514288,9	951922,1
$Q_{\text{св}}^{\text{об}}$ - объем используемой свежей воды для восполнения системы оборотного водоснабжения, м ³ /год	37721,2	79980,0	112811,0
$Q_{\text{к}}^{\text{об}}$ - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые воды), м ³ /год	12095,0	35724,4	22308,7
$Q_{\text{пи}}^{\text{об}}$ - объем повторно используемой воды в оборотном водоснабжении, м ³ /год	24383,4	267346,6	90027,0
$Q_{\text{сбр}}^{\text{об}}$ - объем сточных вод, отводимых в водный объект из системы оборотного водоснабжения, м ³ /год	15717,2	99530,7	62109,4
ПАН - показатель антропогенной нагрузки, усл. м ³ /м ³	1,7	74,8	18,1
Q- объем производственных сточных вод ОНВ, тыс. м ³ /год	78,3	1514,3	951,9
ПВ- потенциал воздействия, ЕВ/м ³	5,7	86,6	20,3
Q- объем производственных сточных вод ОНВ, тыс.м ³ /т	28,5	814,0	621,1
Масса сброса загрязняющих веществ, тыс. т/год	205,5	577,6	500,0

Вариант 8

	1	2	3
	Пищевая промышленность (мясная)		
Объем продукции, тыс. т	627,3	983,5	5452,5
$Q_{\text{пи}}$ - объем повторно используемой воды, м ³ /год	49313,7	749675,7	103213,9
$Q_{\text{об}}$ - объем используемой оборотной воды, м ³ /год	22778,5	150194,7	98930,8
$Q_{\text{к}}$ - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые сточные воды), м ³ /год	8764,5	20069,9	24515,0
$Q_{\text{св}}$ - объем используемой свежей воды, м ³ /год	532800,4	519221,3	3029558,5
$Q_{\text{с}}$ - объем воды, привносимой с сырьем, м ³ /год	4205,3	8487,3	16714,8
$Q_{\text{сбр}}$ - объем сточных вод, м ³ /год	56771,0	850724,1	1046068,2
$Q_{\text{св}}^{\text{об}}$ - объем используемой свежей воды для восполнения системы оборотного водоснабжения, м ³ /год	27334,2	44932,6	123968,1
$Q_{\text{к}}^{\text{об}}$ - объем воды, используемой комплексно, взамен свежей воды (например, очищенные ливневые воды), м ³ /год	8764,5	20069,9	24515,0
$Q_{\text{пи}}^{\text{об}}$ - объем повторно используемой воды в оборотном водоснабжении, м ³ /год	17669,1	150194,7	98930,8
$Q_{\text{сбр}}^{\text{об}}$ - объем сточных вод, отводимых в водный объект из системы оборотного водоснабжения, м ³ /год	11389,2	55916,1	68252,1
ПАН - показатель антропогенной нагрузки, усл. м ³ /м ³	1,3	42,0	19,9
Q- объем производственных сточных вод ОНВ, тыс. м ³ /год	56,8	850,7	1046,1
ПВ- потенциал воздействия, ЕВ/м ³	4,1	48,6	22,4
Q- объем производственных сточных вод ОНВ, тыс.м ³ /т	20,6	457,3	682,5
Масса сброса загрязняющих веществ, тыс. т/год	148,9	324,5	549,5

Приложение 2

Варианты заданий

№	Параметры	Варианты												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Структура территории														
1	Общая площадь, км ²	222,3	1670,8	781,4	2161,1	802,3	1726,3	2000,1	954,7	1294,5	628,5	1985,2	1098,8	282,1
2	Селитебные*, транспортные и промзоны, км	49,6	188,8	248,5	248,5	123,6	110,5	268,1	78,3	173,4	106,2	131,0	183,5	66,6
3	Леса и насаждения, км ²	71,6	524,6	190,7	1004,9	273,6	944,4	870,0	103,1	639,5	52,1	823,8	287,9	66,0
4	Сельскохозяйственные земли, км ²	70,5	902,0	312,5	721,8	318,5	600,6	692,0	697,9	372,8	441,8	1015,2	536,2	110,3
Население														
5	Население, тыс.чел.	342,67	55,91	159,13	157,17	124,54	106,08	239,70	45,38	126,35	79,52	143,24	207,71	142,38
6	Процент городского, %	95,2	48,6	77,0	65,2	70,8	73,7	78,5	39,9	55,9	75,9	77,7	80,6	82,5
7	Рождаемость, на 1000 чел.	9,4	11,1	11,8	10,5	9,8	11,4	11,5	12,9	10,1	10,1	10,8	10,2	10,2
8	Смертность, на 1000 чел.	10,8	13,7	11,7	12,7	11,2	15,7	10,9	14,4	11,7	12,6	13,8	12,8	11,0
9	Детская смертность, на 1000 чел.	14,9	16,0	15,9	18,8	11,1	14,0	20,6	6,8	13,3	11,2	16,7	18,9	13,1
10	Общая заболеваемость, на 1000 чел.	920	960	950	980	890	970	1010	890	920	930	989	1008	1015
Энергетика														
11	Годовое потребление энергии, тыс. тут	563	90	5238	616	251	257	933	79	255	3821	440	2814	275
Экосистемы														
12	Среднегодовая фитомасса (сухое в-во), тыс.т	933	6897	2656	12349	3606	13855	11868	1758	7873	941	10263	3895	854
13	Продукция фитомассы, тыс. т/год	96	880	342	1221	374	1293	1127	497	734	304	1179	553	107
14	Поглощенная радиация, ПДж/год **	577	4177	2030	5402	2085	4660	5000	2626	3237	1695	4764	2967	733
Воздушная среда														
15	Биопродукция O ₂ , тыс. т/год	109	1000	388	1387	425	1469	1280	564	833	345	1339	628	121
16	Потребление O ₂ , тыс. т/год	1192	197	11360	1315	546	568	2088	177	543	11920	985	6275	607
17	Выбросы аэрополлютантов, тыс. т/год	14,6	1,8	1507,2	38,6	3,7	6,3	14,8	0,8	3,7	212,6	22,4	178,7	4,5
Водная среда														
18	Речной сток и проток, млн. м ³ /год	40	624	2243	1477	212	275	388	4800	574	3746	715	2440	1092
19	Объем поверхностных вод, км ³	0,05	0,64	1,82	1,25	0,23	0,26	0,38	2,73	0,62	1,84	0,57	1,22	0,95
20	Водозабор, млн. м ³ /год	34	19	79	37	22	22	55	12	28	839	40	66	27
21	Загрязненные стоки, млн. м ³ /год	1	6	39	21	15	2	36	6	19	16	33	1	2
Климатические характеристики														
22	Суммарная солнечная радиация, ккал/см ² ·год	70	76	88	78	85	94	70	77	86	98	78	83	92
23	Радиационный баланс, ккал/см2 ·год	28	34	40	29	35	42	29	32	38	42	30	38	41
24	Годовое количество осадков, мм	500	630	680	650	540	570	600	500	700	630	550	640	670
25	Средняя скорость ветра, м/с	2,3	3,8	4,5	2,0	4,6	3,7	2,0	3,1	2,5	4,2	2,4	4,3	3,3

* **Селитебная зона** – часть территории населенного пункта, занятая жилыми зданиями, спортивными сооружениями, зелеными насаждениями и местами кратковременного отдыха на селения, а также предназначенная для их размещения в будущем.

№	Параметры	Варианты										
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Структура территории												
1	Общая площадь, км ²	481,1	974,8	1317,2	329,8	2580,0	465,1	1906,9	928	1284,8	526,3	1765,2
2	Селитебные*, транспортные и промзоны, км	107,3	53,6	212	63,9	242,5	126	358,5	280,2	328,9	44,7	323
3	Леса и насаждения, км ²	127,5	167,7	367,5	47,2	1055,2	224,6	867,6	303,4	567,9	65,8	703,2
4	Сельскохозяйственные земли, км ²	163,4	671,9	578,2	117,1	1196,1	91,6	675	282,1	370	399,5	524,3
Население												
5	Население, тыс.чел.	129,63	18,55	65,78	357,21	73,2	330,3	172,13	243,97	276,92	40,24	269,05
6	Процент городского, %	46,2	48,5	62,5	97,3	47,3	91,3	60,8	83,6	66,9	70,6	78
7	Рождаемость, на 1000 чел.	9,7	13,9	10,6	9,5	11,1	8,9	10,6	10,7	9	11,9	11,1
8	Смертность, на 1000 чел.	12,7	12,7	13,1	11,6	14,2	11,3	11,8	12,8	10,5	15,2	14,2
9	Детская смертность, на 1000 чел.	14,4	11,7	21,4	10,9	12,3	12,5	14,2	17,2	9	14,7	15,1
10	Общая заболеваемость, на 1000 чел.	925	895	945	987	928	994	972	1012	903	930	968
Энергетика												
11	Годовое потребление энергии, тыс. тут	308	70	97	6259	90	1390	378	1055	433	79	543
Экосистемы												
12	Среднегодовая фитомасса (сухое в-во), тыс.т	1653	2285	5131	636	13323	2725	10967	3849	7194	1038	10346
13	Продукция фитомассы, тыс. т/год	183	422	715	98	1454	210	1107	409	630	230	941
14	Поглощенная радиация, ПДж/год **	1250	2340	3687	858	6450	1206	4958	2320	3341	1420	4589
Воздушная среда												
15	Биопродукция O ₂ , тыс. т/год	208	479	812	111	1652	238	1258	465	738	261	1069
16	Потребление O ₂ , тыс. т/год	698	157	220	19465	207	3170	844	2315	933	179	1284
17	Выбросы аэрополлютантов, тыс. т/год	64,8	0,6	2,5	377	0,2	56,3	11,9	74,8	7	1,2	13,9
Водная среда												
18	Речной сток и проток, млн. м ³ /год	470	583	6008	678	1150	544	1025	1209	1573	6182	515
19	Объем поверхностных вод, км ³	0,51	0,72	3,42	0,84	1,24	0,56	0,92	1,12	1,58	3,67	0,68
20	Водозабор, млн. м ³ /год	19	32	17	31	13	44	30	119	54	16	64
21	Загрязненные стоки, млн. м ³ /год	3	2	6	17	7	20	17	58	15	2	56
Климатические характеристики												
22	Суммарная солнечная радиация, ккал/см ² ·год	71	87	93	85	78	83	92	71	86	92	96
23	Радиационный баланс, ккал/см ² ·год	28	36	42	35	30	37	40	31	38	40	42
24	Годовое количество осадков, мм	500	560	710	620	570	660	610	580	570	700	600
25	Средняя скорость ветра, м/с	2,6	3,5	2,9	4,0	3,8	4,3	3,8	2,6	3,6	2,9	4,1

** 1ПДж=10¹⁵Дж.

Приложение 3

Наименование угодий	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9	Вариант 10
Общая земельная площадь, га	83000	58000	93000	19000	132000	75000	91000	68000	39000	109000
Всего с.-х угодий:	21500	15050	24080	49450	34400	19350	23650	16770	9675	27950
из них: пашня	14500	10150	16240	33350	23200	13050	15950	11310	6525	18850
сенокосы	1200	840	1344	2760	1920	1080	1320	936	540	1560
пастбища	3800	2660	4256	8740	6080	3420	4180	2964	1710	4940
Лесные массивы	20000	14000	22400	46000	32000	18000	22000	15600	9000	26000
Древесно-кустарниковые насаждения	18500	12950	20720	42550	29600	16650	20350	14430	8325	24050
Пруды водоёмы	5900	4130	6608	13570	9440	5310	6490	4602	2655	7670
Прочие с/х угодья	2000	1400	2240	4600	3200	1800	2200	1560	900	2600
Тип лесов	листвен- ные 50%	еловый 30%	сосновый 17%	лиственный 32%	сосновый 23%	листвен- ный 89%	сосновый 75%	еловый 25%	лиственный 64%	сосновый 19%
Численность населения, тыс. чел	145	102	162	334	232	131	160	113	65	189
% склонов более 3°	12	8	13	28	19	11	13	9	5	16
Особенности преобладающего рельефа	возвышен- ности	крутизна склона до 3°	плато	крутизна склона до 3°	крутизна склона до 3°	крутизна склона до 3°	возвышен- ности	плато	плато	крутизна склона до 3°

Приложение 4

Варианты заданий

Показатель	Вариант														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Расчетный срок эксплуатации, лет	15	20	30	25	30	30	25	20	15	30	30	30	25	30	25
Численность населения, тыс. чел.:															
в первый год	58	75	105	84	59	110	35	26	45	52	34	47	86	95	78
в последний год	61	79	112	88	65	116	39	30	48	61	41	52	92	103	82
Накопление отходов в первый год, т/чел.	0,28	0,25	0,29	0,24	0,26	0,25	0,29	0,31	0,32	0,24	0,27	0,26	0,28	0,24	0,20
Масса катка-уплотнителя, т	5	12	12	12	20	22	6	14	14	20	4	12	13	6	12
Проектируемая высота, м	25	15	25	30	50	55	30	18	20	55	23	30	16	26	21
Содержание органической составляющей, %	40	62	60	59	65	57	49	69	72	75	63	68	57	52	64
Содержание в органической составляющей веществ, %															
жироподобных	12	16	25	18	26	34	17	22	12	14	21	20	16	18	19
углеводородных	35	42	38	24	31	22	27	21	29	19	18	22	26	20	24
белковых	53	42	37	58	43	44	56	57	59	67	61	58	58	62	57
Влажн. отходов, %	10	12	16	12	11	18	16	14	12	8	5	11	14	12	12

Среднемесячные температуры воздуха в районе полигона

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Температура, °С	−10	−9	−4	4	12	16	18	16	10	4	−2	−8

Локальный электронный методический материал

Кривопускова Екатерина Владимировна

ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Редактор И. Голубева

Уч.-изд. л. 4,8. Печ. л. 4,6.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1