

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

А. В. Витебская

УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ

Учебно-методическое пособие - локальный электронный методический материал по выполнению расчетно-графической работы для студентов, обучающихся в магистратуре по направлению подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование Профиль программы «Водоснабжение и водоотведение»

г. Калининград
2023

Рецензент

доктор технических наук, профессор кафедры техносферной безопасности и природообустройства ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» В.А. Наумов

Витебская, А. В.

Управление природно-техногенными комплексами: учеб.-методич. пособие – локальный электронный методический материал по выполнению расчетно-графической работы для студентов, обучающихся в магистратуре по направлению подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование (профиль программы «Водоснабжение и водоотведение») / **А. В. Витебская.** – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 27 с.

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал содержит условия задач по управлению природно-техногенными комплексами, а также примеры их выполнения с методическими указаниями.

Табл. 10, список лит. – 6 наименований

Локальный электронный методический материал. Учебно-методическое пособие. Рекомендовано к использованию в учебном процессе методической комиссией института рыболовства и аквакультуры ФГБОУ ВО «КГТУ» 8 июня 2023 г., протокол № 14

Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2023 г.
Витебская А.В., 2023 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Описание теоретической части задания на РГР.....	5
Практические задания на РГР.....	10
Критерии и нормы оценки РГР.....	18
Список рекомендуемых источников.....	20
Приложение А. Образец оформления титульного листа расчетно-графической работы.....	21

Введение

Дисциплина «Управление природно-техногенными комплексами» является дисциплиной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование.

Целью освоения дисциплины «Управление природно-техногенными комплексами» является формирование знаний, умений и навыков использования современных методов статистической обработки гидрологической информации с применением компьютерных технологий в профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: нормативную документацию по водоснабжению и водоотведению; нормативную документацию в проектировании и строительстве; природоохранное законодательство Российской Федерации; организационно-методические документы, регламентирующие осуществление авторского надзора при строительстве и вводе в эксплуатацию насосных станций систем водоснабжения и водоотведения; виды природно-техногенных комплексов, возникающих при природообустройстве (инженерно-мелиоративные системы, инженерно-экологические системы, природоохранные комплексы, инженерные противостихийные системы, инженерные системы рекультивации земель, системы регулирования речного стока, системы хранения отходов, системы водоснабжения, обводнения и водоотведения, особенности и закономерности их функционирования, принципы их создания и управления).

Уметь: организовывать и производить работу по авторскому надзору за строительством насосных станций; оценивать соблюдение исполнителем работ утвержденных проектных решений; формировать необходимую документацию о ходе и результатах осуществления авторского надзора; анализировать и оценивать состояние природной среды, устанавливать причины его несоответствия современным требованиям, обосновывать целесообразность и пределы допустимых воздействий на природную среду, организовывать мониторинг природно-техногенных комплексов; формулировать рекомендации, внедрять результаты и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности и публичное обсуждение.

Владеть: навыками контроля соблюдения утвержденных проектных решений при подготовке исполнительной документации; навыками определения объема и состава работ, организация работ и управление работами по обследованию насосных станций; навыками ведения журнала авторского надзора, составление актов освидетельствования и необходимой документации; навыками контроля выполнения указаний, внесенных в журнал авторского надзора; навыками уточнения проектной документации, внесение изменений в

проектную документацию при изменении технических решений и оборудования; навыками освидетельствования и принятия решений об эксплуатации сооружений очистки сточных вод в составе комиссии по приемке; навыками прогнозирования процессов в геосистемах, оценки устойчивого развития и экологической безопасности природно-техногенных комплексов; моделирования природных и техногенных процессов, в том числе чрезвычайных ситуаций; использования данных мониторинга при управлении природно-техногенными комплексами.

Задание для выполнения расчетно-графической работы обучающиеся получают в начале семестра.

Описание теоретической части задания на РГР

Теоретическая часть к заданию 1. Цель работы - рассчитать суммарную токсичность выхлопных газов и выбрать наиболее эффективное природоохранное мероприятие для двигателя внутреннего сгорания.

В своей хозяйственной деятельности человек использует различный транспорт. Различают следующие виды транспорта: автомобильный, железнодорожный (наземный и подземный), воздушный, водный (речной и морской), а также рельсовый и безрельсовый наземный электротранспорт (трамваи, троллейбусы).

На различных видах транспорта используют следующие виды топлива: автомобильный и авиационный бензин, дизельное топливо, керосиновые фракции, природный газ и смесь разных видов топлива.

По конструкции двигателей различают карбюраторные, дизельные и реактивные силовые установки, которые имеют разные конструкции и оказывают на природную среду различное воздействие.

Негативное влияние транспорта на окружающую среду состоит в том, что для его функционирования необходимо топливо, которое само по себе токсично; при работе разных двигателей поглощается кислород и выделяются выхлопные газы, многие из которых отрицательно влияют на природу.

Работа транспорта сопровождается шумом, вибрациями, излучением электромагнитных колебаний, тепловым загрязнением среды обитания. В процессе движения машин по грунтовым дорогам нарушается поверхностный слой почвы, возникает запыление и т. д.

Автомобильный транспорт – основной загрязнитель атмосферного воздуха. Установлено, что ежегодно один легковой автомобиль, поглощая 4 т молекулярного кислорода, выделяет в атмосферу 0,8 т CO, до 40 кг различных оксидов азота, до 200 кг углеводов, кроме того, сажу, тетраэтилсвинец и другие вещества (альдегиды, органические кислоты, полициклические углеводороды и их производные).

Двигатели, работающие на дизельном топливе, выделяют в окружающую среду меньшее количество угарного газа, но большее количество диоксидов углерода и серы.

Наименьшее количество вредных примесей содержится в выхлопных газах двигателей, работающих на сжиженном газе (СО в пять раз меньше, чем у карбюраторных двигателей, оксидов азота — в два раза, а оксиды серы отсутствуют).

К факторам, оказывающих существенное влияние на уровень токсичных выбросов, относят: условия движения автомобиля (режимы работы двигателя); температуру окружающей среды; техническое состояние двигателя.

В отработавших газах автомобилей в период замедления движения содержится большое количество углеводородов. При движении автомобиля с постоянной скоростью количество токсичных выбросов значительно меньше. Максимальный выброс СО наблюдается при работе на холостом ходу, а при ускоренном движении автомобиля отработавшие газы характеризуются максимальным выбросом NO_x . В выхлопных газах содержатся канцерогенные (вещества, способствующие развитию раковых заболеваний) соединения, например, бенз(а)пирен. Таким образом, состав выхлопных газов зависит как от типа двигателя, так и от режима работы транспорта, что важно учитывать при реализации природоохранных мероприятий.

Экологическая характеристика продуктов сгорания топлива

Загрязнение воздуха городов токсичными веществами, выбрасываемыми автотранспортом, обуславливает во многих случаях концентрации токсичных веществ в воздухе в зоне дыхания, во много раз превышающие безвредные для здоровья человека. Выбросы токсичных веществ автомобилями зависят как от технического совершенства автомобилей и их двигателей, так и от экологических свойств моторных топлив.

При сгорании моторных топлив в бензиновых и дизельных двигателях при соотношении кислород воздуха/топливо, помимо основных продуктов полного окисления – воды и диоксида углерода, образуются и выбрасываются с отработавшими газами в воздух токсичные вещества: оксиды углерода; оксиды азота; органические кислородсодержащие соединения; несгоревшие углеводороды, сажа; свинец (в виде бромидов и хлоридов) - при использовании свинцовых антидетонаторов (этилированных бензинов).

Образование токсичных веществ в бензиновых и дизельных двигателях имеет свои особенности и отличия, ввиду этого и состав отработавших газов отличается. Основные токсичные продукты отработавших газов бензиновых двигателей – продукты неполного горения топлива: оксид углерода (СО) и недогоревшие углеводороды (C_nH_m).

Дизельный двигатель работает со значительным избытком воздуха, и микродиффузионный режим сгорания топлива создает условия образования токсичных веществ, значительно отличающиеся от условий в бензиновых двигателях.

В результате в дизельных двигателях образование оксидов азота значительно выше, чем в бензиновых двигателях, а образование оксида углерода – много меньше.

В то же время значительно выше степень полного и неполного окисления углеводородов, и, следовательно, значительно меньше выбросы суммы углеводородов и их оксипроизводных (но доля выбросов альдегидов в 1,5 - 4 раза выше), чем в бензиновых двигателях.

Кроме того, в выбросах дизельных двигателей всегда содержится сажа, ввиду особенностей диффузионного горения.

Для оценки суммарной токсичности отработавших газов необходимы величины ПДК токсичных компонентов выбросов.

Обычно при оценке токсичности веществ, выбрасываемых в воздух автотранспортом, исходили из значений максимальной разовой ПДК. Однако в настоящее время города настолько насыщены автомобилями, что правильнее пользоваться среднесуточными ПДК.

Таблица 1 – ПДК среднесуточные основных токсичных компонентов отработавших газов

Вещество	ПДК _{сс} , мг/м ³	Вещество	ПДК _{сс} , мг/м ³
NO ₂	0,04	СО	3
C _n H _m	0,04	Твердые частицы (сажа)	0,05

По мере роста автомобильного парка стандарты на ограничение выбросов токсичных веществ введены во многих странах мира, в зависимости от концентрации автомобилей, климатических, рельефных условий и других факторов.

Под токсичностью выбросов двигателя автомобиля понимают способность выбросов двигателя оказывать токсическое воздействие на людей, животный мир. Токсическое воздействие определяется составом токсичных веществ; абсолютным количеством выбросов токсичных веществ в единицу времени (или на единицу пути, пройденного автомобилем); физико-химическими законами превращения химических соединений в атмосфере; геофизическими законами распространения токсичных веществ; чувствительностью живых организмов.

Наибольшее количество загрязняющих веществ приходится на автомобили устаревших моделей. В автомобилях, выпускаемых в настоящее

время в промышленно развитых странах, вредных выбросов в 10-15 раз меньше, чем 10 - 15 лет назад.

Различают два основных метода снижения уровня токсичности вредных выбросов.

Первичный метод основан на снижении содержания в остаточных газах CO, CH, NO_x за счет оптимизации рабочего процесса. Сюда входит и использование альтернативных топлив, и организация рабочего процесса, регулировки, применение различных добавок к топливам и т.д.

Вторичный метод направлен на удаление вредных примесей уже на выходе из цилиндра двигателя. Применяется каталитическое обезвреживание выбросов, включающее фильтрацию от сажи и аэрозолей на пористых материалах с периодической термической регенерацией фильтра, каталитическое дожигание газообразных продуктов неполного сгорания на катализаторах и многое другое.

Катализатор – устройство в выхлопной системе, предназначенное для снижения токсичности отработавших газов посредством восстановления оксидов азота и использования полученного кислорода для дожигания угарного газа и недогоревших углеводородов

Для того чтобы повысить эффективность очистки целесообразно использовать эти два метода совместно.

Теоретическая часть к заданию 2. Цель работы - ознакомиться с показателями оценки экологической безопасности промышленного предприятия и произвести баланс воспроизводства и потребления атмосферного кислорода. Экологическая безопасность касается промышленности, сельского и коммунального хозяйства, сферы услуг, области международных отношений. Иными словами, экологическая безопасность прочно входит в нашу жизнь, и ее важность и актуальность возрастает год от года.

Для промышленных предприятий очень важно соблюсти баланс между экологической безопасностью, требующей значительных денежных затрат, и экономической эффективностью деятельности хозяйствующего субъекта. В такой ситуации необходимо организовать производственную деятельность таким образом, чтобы она обеспечивала разумный компромисс между производственными целями и их экологическими последствиями.

Экологическая безопасность – совокупность состояний, процессов и действий, обеспечивающих экологический баланс в окружающей среде и не приводящая к жизненно важным ущербам (или угрозам таких ущербов), наносимым природной среде и человеку. Это также процесс обеспечения защищенности жизненно важных интересов личности, общества, природы, государства и всего человечества от реальных или потенциальных угроз,

создаваемых антропогенным или естественным воздействием на окружающую среду.

Экологическая безопасность реализуется на глобальном, региональном и локальном уровнях. Экологическая безопасность регионального промышленного производства описывается:

- 1) показателями ресурсных балансов региона;
- 2) суммарными и удельными показателями экологической опасности регионального промышленного комплекса;
- 3) эколого-экономическими показателями, отражающими стоимостной аспект региональной экологической безопасности.

Первая группа показателей является основной и по сути отражает степень сбалансированности региона, как единой территориальной системы, включающей в себя весь комплекс реципиентов техногенного воздействия.

На региональном уровне выделяют три группы ресурсов:

- экологические – ассимиляционные емкости экосистем (или другие показатели их устойчивости), вода и кислород;
- технологические – электроэнергия, топливно-энергетические ресурсы и т.д.;
- демографические – население.

По каждому из ресурсов выделяются показатели ресурсообеспеченности (количества ресурса на территории региона), ресурсопотребления (количества ресурса, потребленного в регионе за определённый промежуток времени) и ресурсного баланса (соотношения между ресурсообеспеченностью и ресурсопотреблением).

Проблема исследования баланса воспроизводства и потребления атмосферного кислорода тесно связана с совершенствованием регионального управления развитием промышленного производства в целом. Ее важность и сложность обусловлена как изменением структуры промышленности, так и повышением роли экологического фактора в хозяйствовании.

Для расчета баланса воспроизводства/потребления атмосферного кислорода необходимо определить:

- а) общий объем воспроизводства кислорода на территории, исходя из характеристик естественных и искусственных биоценозов;
- б) общий объем потребления атмосферного кислорода при выбросе загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками выделения (расчет ведется по связыванию кислорода в соответствии с объемами загрязняющих веществ, отходящих от источников выделения);
- в) объем возможного потребления атмосферного кислорода, не приводящего к необратимым ущербам в экосистемах;
- г) баланс между воспроизводством и потреблением атмосферного кислорода.

Практические задания на РГР

Задача 1. Автомобильный парк предприятия представлен двумя видами машин: с бензиновыми и дизельными двигателями внутреннего сгорания. Средний пробег одного автомобиля составляет 10 000 км/год. Для снижения токсичных выбросов, производимых автомобилями предприятия, предложены 2 альтернативных природоохранных мероприятия (ПОМ):

– применение трехкомпонентных каталитических нейтрализаторов для автомобилей с бензиновыми двигателями и комбинированной системы фильтрнейтрализатор для автомобилей с дизельными двигателями (природоохранное мероприятие 1 – ПОМ1);

– применение многофункциональной присадки к бензинам и дизельным топливам (природоохранное мероприятие 2 – ПОМ2).

Для оценки экологической безопасности выбросов выхлопных газов автомобилей необходимо оценить суммарную токсичность выбросов автомобилями с бензиновыми и дизельными двигателями за год до проведения природоохранного мероприятия и по двум вариантам предложенных природоохранных мероприятий.

Расчет ведется отдельно для автомобилей с бензиновыми и дизельными двигателями.

Исходные данные для расчетов представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Выбросы токсичных веществ автомобилем с бензиновым двигателем

Количество токсичного вещества, выбрасываемого автомобилем с бензиновым двигателем, г/км											
m, г/км		Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
СО	0	0,7	2,72	2,2	1,5	2,0	12,4	7,0	5,5	3,0	2,0
	1	0,07	0,3	0,2	0,2	0,2	1,24	1,4	1,1	0,3	0,2
	2	0,49	1,9	1,4	1,0	1,3	8,69	4,9	3,9	2,1	1,4
NO ₂	0	0,07	0,47	0,25	0,14	0,17	1,0	0,21	0,17	0,2	0,19
	1	0,03	0,19	0,05	0,03	0,03	0,76	0,08	0,08	0,07	0,08
	2	0,04	0,33	0,18	0,1	0,13	0,41	0,16	0,12	0,15	0,14
СmHn	0	0,08	0,5	0,5	0,17	0,25	2,11	0,26	0,02	0,3	0,23
	1	0,008	0,01	0,05	0,02	0,03	0,21	0,05	0,02	0,03	0,02
	2	0,05	0,33	0,33	0,11	0,16	1,37	0,17	0,13	0,19	0,13

Таблица 3 - Выбросы токсичных веществ автомобилем с дизельным двигателем

Количество токсичного вещества, выбрасываемого автомобилем с дизельным двигателем, г/км											
m, г/км		Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
СО	0	0,47	2,72	1,0	0,6	0,8	3,1	2,3	2,0	1,5	0,9
	1	0,09	0,03	0,1	0,06	0,08	0,3	0,001	0,2	0,2	0,001
	2	0,33	2,31	2,3	0,5	0,68	2,6	1,9	1,7	1,28	0,001
NO ₂	0	0,25	0,47	0,46	0,5	0,7	5,6	2,5	5,0	5,4	0,49
	1	0,25	0,47	0,47	0,5	0,7	5,6	2,5	5,0	5,4	0,49
	2	0,19	0,3	0,29	0,39	0,5	4,2	1,88	3,75	4,2	0,36
СmHn	0	0,05	0,5	0,23	0,06	0,08	1,1	0,9	1,2	1,0	0,16
	1	0,01	0,1	0,02	0,001	0,001	0,01	0,02	0,1	0,1	0,001
	2	0,03	0,33	0,15	0,04	0,05	0,72	0,59	0,78	0,65	0,1
Сажа	0	0,025	0,14	0,08	0,05	0,06	0,18	0,02	0,19	0,14	0,08
	1	0,013	0,07	0,04	0,03	0,03	0,09	0,1	0,1	0,07	0,04
	2	0,015	0,08	0,04	0,03	0,03	0,09	0,1	0,1	0,07	0,04

0 – Выбросы до проведения природоохранного мероприятия (до ПОМ).

1 – Выбросы после природоохранного мероприятия 1 (ПОМ 1).

2 – Выбросы после природоохранного мероприятия 2 (ПОМ 2).

Результаты расчетов представить в таблице 4.

Таблица 4 - Результаты расчетов суммарной токсичности выбросов автомобилей с бензиновым и дизельным двигателем

Вариант	Суммарная токсичность выбросов автомобиля, кг/год					
	С бензиновым двигателем			С дизельным двигателем		
	До ПОМ	ПОМ1	ПОМ2	До ПОМ	ПОМ1	ПОМ2
	M _{co}	M _{co}	M _{co}	M _{co}	M _{co}	M _{co}

Методические указания по выполнению расчетов

1. Методика оценки суммарной токсичности выбросов. Если при сжигании 1 кг топлива выделяется количество токсичного вещества А (m_A) и предельно допустимая среднесуточная концентрация его равна ПДК_А, то концентрация вещества А в воздухе будет равна ПДК_А. Тогда объем воздуха, в

котором разбавлены продукты сгорания (коэффициент разбавления – $K_p(A)$, м³), равен

$$K_p = \frac{m_A}{\text{ПДК}_A} \quad (1)$$

Такая же степень загрязнения воздуха веществом В будет при

$$\frac{m_B}{\text{ПДК}_B} = \frac{m_A}{\text{ПДК}_A}, \text{ или } K_p(B) = K_p(A) \quad (2)$$

Тогда суммарное загрязнение воздуха различными токсичными веществами можно рассчитать через количество одного вещества m_A , принятого за эталон, по формуле

$$m_A = \sum \frac{m_i}{\text{ПДК}_i} \text{ПДК}_A \quad (3)$$

Примем за эталон оксид углерода СО. Тогда суммарное загрязнение воздуха токсичными веществами, образующимися при сжигании 1 кг моторного топлива, будет определяться по формуле:

$$m_{CO} = \sum \frac{m_i}{\text{ПДК}_{\text{ш}}} \text{ПДК}_{CO} \quad (4)$$

где m_{CO} – суммарное загрязнение воздуха токсичными веществами, г/км;

m_i – количество i -го токсичного вещества, выбрасываемого автомобилем за километр пробега, г/км;

ПДК_i – предельно допустимая концентрация i -го токсичного вещества, мг/м³;

ПДК_{CO} – предельно допустимая концентрация оксида углерода СО, мг/м³.

Суммарное загрязнение воздуха токсичными веществами, образующимися при сжигании 1 кг бензина, определяются по формуле:

$$m_{CO}^{\text{бенз}} = \left(\frac{m_{CO}}{\text{ПДК}_{CO}} + \frac{m_{NO_2}}{\text{ПДК}_{NO_2}} + \frac{m_{C_nH_m}}{\text{ПДК}_{C_nH_m}} \right) \text{ПДК}_{CO} \quad (5)$$

где m_{CO} , m_{NO_2} , $m_{C_nH_m}$ – количества СО, NO₂, C_nH_m, выбрасываемых автомобилем с бензиновым двигателем за километр пробега, г/км;

ПДК_{CO} , ПДК_{NO_2} , $\text{ПДК}_{C_nH_m}$ – предельно допустимые концентрации СО, NO₂, C_nH_m, мг/м³.

Суммарное загрязнение воздуха токсичными веществами, образующимися при сжигании 1 кг дизельного топлива, определяются по формуле:

$$m_{CO}^{\text{диз}} = \left(\frac{m_{CO}}{\text{ПДК}_{CO}} + \frac{m_{NO_2}}{\text{ПДК}_{NO_2}} + \frac{m_{C_nH_m}}{\text{ПДК}_{C_nH_m}} + \frac{m_{сажа}}{\text{ПДК}_{сажа}} \right) \text{ПДК}_{CO} \quad (6)$$

где m_{CO} , m_{NO_2} , $m_{C_n H_m}$, $m_{сажа}$ – количества CO , NO_2 , $C_n H_m$, сажи,

выбрасываемых автомобилем с дизельным двигателем за километр пробега, г/км;

$ПДК_{CO}$, $ПДК_{NO_2}$, $ПДК_{C_n H_m}$, $ПДК_{сажа}$ – предельно допустимые

концентрации CO , NO_2 , $C_n H_m$, сажи, мг/м³.

Для оценки суммарной токсичности выбросов автомобилями фирмы за год необходимо учитывать среднегодовой пробег L . Суммарная токсичность годовых выбросов одним автомобилем M_{CO} , кг, определяется по формуле:

$$M_{CO} = m_{CO} \times L \times 10^{-3} \quad (7)$$

где M_{CO} – суммарная токсичность годовых выбросов одним автомобилем, кг/год; m_{CO} – суммарное загрязнение воздуха токсичными веществами на километр пробега автомобиля, г/км; L – среднегодовой пробег, км/год; 10^{-3} – коэффициент перевода годовых выбросов в килограммы.

2. Определить долю основных компонентов отработавших газов в суммарной токсичности выбросов.

Результаты расчетов представить в таблице 5.

Таблица 5 - Результаты расчетов доли выбрасываемого двигателем вещества в суммарной токсичности выбросов автомобиля

Вещество	Доля в общей токсичности выбрасываемого двигателем вещества n, %		
	До ПОМ	ПОМ1	ПОМ2
Автомобиль с бензиновым двигателем			
Оксид углерода CO			
Диоксид азота NO2			
Углеводороды CnHm			
Автомобиль с дизельным двигателем			
Оксид углерода CO			
Диоксид азота NO2			
Углеводороды CnHm			
Сажа			

Доля в суммарной токсичности (n_i) любого выбрасываемого вещества (%) рассчитывается по формуле:

$$n_i = \frac{m_i / \text{ПДК}_i}{m_i / \text{ПДК}_i} 100\% \quad (8)$$

где m_i – количество i -го токсичного вещества, выбрасываемого автомобилем за километр пробега, г/км;

ПДК_i – предельно допустимая концентрация i -го токсичного вещества, мг/м³.

Для автомобиля с бензиновым двигателем внутреннего сгорания:

$$n_{\text{CO}} = \frac{m_{\text{CO}} / \text{ПДК}_{\text{CO}}}{m_{\text{CO}} / \text{ПДК}_{\text{CO}} + m_{\text{NO}_2} / \text{ПДК}_{\text{NO}_2} + m_{\text{C}_n\text{H}_m} / \text{ПДК}_{\text{C}_n\text{H}_m}} 100\% \quad (9)$$

$$n_{\text{NO}_2} = \frac{m_{\text{NO}_2} / \text{ПДК}_{\text{NO}_2}}{m_{\text{CO}} / \text{ПДК}_{\text{CO}} + m_{\text{NO}_2} / \text{ПДК}_{\text{NO}_2} + m_{\text{C}_n\text{H}_m} / \text{ПДК}_{\text{C}_n\text{H}_m}} 100\% \quad (10)$$

$$n_{\text{C}_n\text{H}_m} = \frac{m_{\text{C}_n\text{H}_m} / \text{ПДК}_{\text{C}_n\text{H}_m}}{m_{\text{CO}} / \text{ПДК}_{\text{CO}} + m_{\text{NO}_2} / \text{ПДК}_{\text{NO}_2} + m_{\text{C}_n\text{H}_m} / \text{ПДК}_{\text{C}_n\text{H}_m}} 100\% \quad (11)$$

m_{CO} , m_{NO_2} , $m_{\text{C}_n\text{H}_m}$ – количества CO, NO₂, C_nH_m, выбрасываемых автомобилем с бензиновым двигателем за километр пробега, г/км.

ПДК_{CO} , ПДК_{NO_2} , $\text{ПДК}_{\text{C}_n\text{H}_m}$ – предельно допустимые концентрации CO, NO₂, C_nH_m, мг/м³.

Для автомобиля с дизельным двигателем внутреннего сгорания:

$$n_{\text{CO}} = \frac{m_{\text{CO}} / \text{ПДК}_{\text{CO}}}{m_{\text{CO}} / \text{ПДК}_{\text{CO}} + m_{\text{NO}_2} / \text{ПДК}_{\text{NO}_2} + m_{\text{C}_n\text{H}_m} / \text{ПДК}_{\text{C}_n\text{H}_m} + m_{\text{сажа}} / \text{ПДК}_{\text{сажа}}} 100\% \quad (12)$$

$$n_{\text{NO}_2} = \frac{m_{\text{NO}_2} / \text{ПДК}_{\text{NO}_2}}{m_{\text{CO}} / \text{ПДК}_{\text{CO}} + m_{\text{NO}_2} / \text{ПДК}_{\text{NO}_2} + m_{\text{C}_n\text{H}_m} / \text{ПДК}_{\text{C}_n\text{H}_m} + m_{\text{сажа}} / \text{ПДК}_{\text{сажа}}} 100\% \quad (13)$$

$$n_{\text{C}_n\text{H}_m} = \frac{m_{\text{C}_n\text{H}_m} / \text{ПДК}_{\text{C}_n\text{H}_m}}{m_{\text{CO}} / \text{ПДК}_{\text{CO}} + m_{\text{NO}_2} / \text{ПДК}_{\text{NO}_2} + m_{\text{C}_n\text{H}_m} / \text{ПДК}_{\text{C}_n\text{H}_m} + m_{\text{сажа}} / \text{ПДК}_{\text{сажа}}} 100\% \quad (14)$$

$$n_{\text{сажа}} = \frac{m_{\text{сажа}} / \text{ПДК}_{\text{сажа}}}{m_{\text{CO}} / \text{ПДК}_{\text{CO}} + m_{\text{NO}_2} / \text{ПДК}_{\text{NO}_2} + m_{\text{C}_n\text{H}_m} / \text{ПДК}_{\text{C}_n\text{H}_m} + m_{\text{сажа}} / \text{ПДК}_{\text{сажа}}} 100\% \quad (15)$$

где m_{CO} , m_{NO_2} , $m_{\text{C}_n\text{H}_m}$, $m_{\text{сажа}}$ – количества CO, NO₂, C_nH_m, сажи, выбрасываемых автомобилем с дизельным двигателем за километр пробега, г/км.

ПДК_{CO}, ПДК_{NO₂}, ПДК_{C_nH_m}, ПДК_{сажа} - предельно допустимые концентрации CO, NO₂, C_nH_m, мг/м³, сажи, мг/м³.

3. По результатам расчетов построить гистограммы.

4. Сделать вывод о целесообразности использования одного из двух предлагаемых природоохранных мероприятий для каждого двигателя внутреннего сгорания.

Задача 2.

1. Используя исходные данные из таблиц 6 и 7, определить:

– общий объем потребления атмосферного кислорода при выбросе загрязняющих веществ;

– объем воспроизводства атмосферного воздуха из объема ежегодного воспроизводства растительными сообществами;

– общий объем воспроизводства атмосферного кислорода на данной территории;

– баланс воспроизводства и потребления атмосферного кислорода.

Таблица 6 – Данные для расчетов и характеристика источников загрязнения

№ региона	Биогеоценоз		Масса загрязняющих веществ, т/год			Средняя концентрация за год, мг/м ³		
	S, км ²	Вид	CO	NO ₂	SO ₂	CO	NO ₂	SO ₂
1	23	Пашня	59,3	11,7	5,1	60	3,5	1,2
	37,5	Город						
2	25	Город	6,2	1,7	7	38	2,9	0,8
3	16	Город	27	8	9	16	0,6	1,6
	9	Пашня						
4	15	Город	50	3,2	11	27	4,9	2,4
	5	Смешанный лес						
5	19	Город	15	3,8	3,6	19	3,3	1,5
	6	Пашня						
6	4	Смешанный лес	80,2	14,7	8,3	13	2,6	3,2
	6	Город						
7	8	Пашня	21	9	6	12	0,9	3
	5	Водная поверхность						

8	5	Смешанный лес	30	6	10	23	0,8	2,8
	3	Водная поверхность						
9	9	Пашня	18	7,8	5,1	31	0,6	1,8
	2	Город						
10	20	Город	26	7	5,3	33	1,2	1,6
	4	Смешанный лес						
11	8	Пашня	53	12	9,8	15	0,5	0,5
	5	Водная поверхность						
12	4	Смешанный лес	44	13,6	7,5	15	1,8	3,1
	6	Город						
13	6	Смешанный лес	33	6,3	9,2	25	0,6	2,5
	5	Пастбище						

Таблица 4 - Загрязняющие вещества и их характеристики

Вещество	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
СО	5	4
NO ₂	0,2	2
SO ₂	0,5	3

2. Заполнить таблицу 8.

Таблица 8 - Результаты расчета

Вариант	Показатель		т/год
	Общий объем потребления атмосферного кислорода при выбросе загрязняющих веществ	Пп	
	Объем воспроизводства атмосферного воздуха из объема ежегодного воспроизводства растительные сообществами	Пв	
	Общий объем воспроизводства атмосферного кислорода на территории	П	
	Баланс воспроизводства и потребления атмосферного кислорода	Б	

3. На основании расчетов сделать анализ баланса воспроизводства и потребления атмосферного кислорода и дать оценку экологической безопасности промышленного предприятия.

Методические указания по выполнению расчетов

Объем воспроизводства атмосферного кислорода на территории определяется, исходя из объема ежегодного воспроизводства *i*-м растительным сообществом.

$$P_B = \sum (S_{бгц}^i \times Y) \quad (16)$$

где $S_{бгц}$ – площадь *i*-го биогеоценоза на территории региона (км²);

Y – ежегодное производство кислорода *i*-м растительным сообществом, определяется по таблице 9.

Таблица 9 – Воспроизводство кислорода

Вид биогеоценоз	Воспроизводство кислорода, т/км
Смешанный лес	1000-1500
Пашня	500-600
Пастбище	400-500
Водная поверхность	100
Город	80-100

Общий объем воспроизводства кислорода определяется как сумма воспроизводства в разрезе биоценозов и корректируется на коэффициент, определяющий ту часть воспроизводства кислорода, которую можно изъять для потребления промышленностью. Однако порядка 60 % всего воспроизводимого кислорода растительные сообщества используют на обеспечение собственных биологических нужд (фактически, эта часть воспроизводимого кислорода не подлежит изъятию), а по правилу десяти процентов (по Н.Ф. Реймерсу, 1990), изъятие более 10 % ресурсов экосистемы влечет за собой её непоправимую деградацию. Поэтому, корректировочный коэффициент был выбран 0,04.

$$P = 0,04P_B - P_{п} \quad (17)$$

где $P_{п}$ – фактическое потребление кислорода предприятием региона (т/год);

0,04 – коэффициент, определяющий ту часть воспроизведенного кислорода, которую можно изъять для потребления промышленностью без ущерба для экосистем региона.

Расчет объема потребления атмосферного кислорода. Фактическое потребление кислорода рассчитывается, исходя из объемов выбросов загрязняющих веществ, отходящих от стационарных и передвижных источников загрязнения. В качестве наиболее распространенных и опасных загрязнителей атмосферного воздуха были выбраны: оксиды углеводорода, азота и сернистый ангидрид. Среди оксидов азота был выбран NO_2 (как наиболее распространённый), углерода – CO . Перевод в конкретные объемы потребляемого кислорода осуществлялся по формулам, зависящим от молярных масс загрязняющих веществ. Так, для окиси углерода такой перевод осуществлялся в соотношении 0.571, для окислов азота (по NO_2) — 0.696, а для сернистого ангидрида — 0.5. Объемы потребляемого кислорода по отдельным веществам суммируются.

$$P_{\text{п}} = \left[\left(\frac{C^i}{G_{\text{ПДК}}^i} \right) \right]^{b_j} \times \alpha \times M^i \quad (18)$$

где M^i – количество j -го вредного вещества, фактически выброшенного в атмосферу от всех источников выброса предприятия (т/год);

C^i – средняя концентрация за год i -го загрязняющего вещества ($\text{мг}/\text{м}^3$);

$G_{\text{ПДК}}^i$ – значение максимально разового ПДК j -го загрязняющего вещества ($\text{мг}/\text{м}^3$);

b_j – безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха j -тым загрязняющим веществом к степени загрязнения воздуха диоксидом серы. Коэффициент b_j определяется в зависимости от класса опасности вещества: для веществ I класса опасности равен 1.7, II класса – 1.3, III класса – 1.0, IV класса – 0.9.

Расчет баланса воспроизводства и потребления атмосферного кислорода. Баланс воспроизводства и потребления атмосферного кислорода определяется как превышение воспроизводства над потреблением.

$$B = P - P_{\text{п}} \quad (19)$$

где P - производство; $P_{\text{п}}$ - потребление.

Критерии и нормы оценки РГР

Задание на расчетно-графическую работу выдается в начале семестра. Выполненная и оформленная работа сдается преподавателю на проверку до начала проведения промежуточной аттестации. Образец оформления титульного листа расчетно-графической работы приведен в приложении А. В случае, если работа имеет недостатки, она отправляется на доработку; при отсутствии замечаний к выполненной расчетно-графической работе - допускается к защите.

Защита расчетно-графической работы проводится в часы индивидуальных или групповых консультаций преподавателя. Результаты защиты расчетно-графической работы оцениваются «зачтено» или «не зачтено».

Система и критерии оценивания РГР представлены в табл. 10.

Таблица 10 - Система и критерии оценивания

Система оценок Критерий	«не зачтено»	«зачтено»		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи

Система оценок Критерий	«не зачтено»	«зачтено»		
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

Список рекомендуемых источников

Основная литература:

1. Толкушкина Г.Д. Природно-техногенные комплексы и основы природообустройства: учебно-методическое пособие. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2017. – 104 с.

2. Дьяченко Г.И. Экономика природопользования и техносферной безопасности: учебное пособие / Г.И. Дьяченко, М.В. Леган. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. – 68 с.

Дополнительная литература:

3. Великанов, Н. Л. Водохозяйственные проблемы региона: учеб. пособие / Н. Л. Великанов, Е. Д. Проскурнин; Калинингр. гос. техн. ун-т. -Калининград: КГТУ, 2004. - 127 с.

4. Наумов, В. А. Методы обработки гидрологической информации: лаборатор. практикум для студентов вузов, обучающихся в бакалавриате по направлению подгот. "Природообустройство водопользование" / В. А. Наумов; рец.: Н. Л. Великанов, Т. А. Берникова; Калинингр. гос. техн. ун-т. - Калининград: КГТУ, 2014. - 118 с.

5. Определение основных расчетных гидрологических характеристик (одобрен Постановлением Госстроя РФ от 26.12.2003 N 218) (с изменениями и дополнениями). - Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.

6. СП 58.13330.2019. Свод правил. Гидротехнические сооружения. Основные положения.

Приложение А. Образец оформления титульного листа расчетно-графической работы

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА
по дисциплине Управление природно-техногенными комплексами
Вариант номер__

Работу проверил:
должность (звание), ученая

степень

_____ Фамилия И.О.

(подпись)

Работу выполнил:
студент гр. _____

_____ Фамилия И.О.

(подпись)

«__» _____ 202__ г.

«__» _____ 202__ г.

Калининград 202__

Локальный электронный методический материал

Анжелика Васильевна Витебская

УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ

Редактор И. В. Голубева

Уч.-изд. л. 1,4. Печ. л. 1,4.

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