

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»
(СГУГиТ)

И. И. Бочкарева

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Утверждено редакционно-издательским советом университета
в качестве практикума для обучающихся по направлению подготовки
05.03.06 «Экология и природопользование»
(уровень бакалавриата)

Новосибирск
СГУГиТ
2023

УДК 504

Б866

Рецензенты: кандидат технических наук, доцент, СГУГиТ *Е. И. Баранова*
кандидат технических наук, доцент, СГУВТ *О. В. Рослякова*

Бочкарева, И. И.

Б866 Промышленная экология : практикум / И. И. Бочкарева. –
Новосибирск : СГУГиТ, 2023. – 51 с. – Текст : непосредственный.
ISBN 978-5-907711-26-6

Практикум подготовлен кандидатом биологических наук, доцентом И. И. Бочкаревой на кафедре экологии и природопользования СГУГиТ. В данном практикуме рассматриваются вопросы, связанные с влиянием промышленного производства на окружающую среду.

Практикум предназначен для обучающихся по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование (уровень бакалавриата), изучающих дисциплину «Промышленная экология».

Рекомендован к изданию кафедрой экологии и природопользования СГУГиТ, Ученым советом Института кадастра и природопользования СГУГиТ.

Ответственный редактор: доктор технических наук, профессор
Л. К. Трубина

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

УДК 504

ISBN 978-5-907711-26-6

© СГУГиТ, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Сокращения в тексте	6

Промышленная экология – научная основа рационального природопользования

Лабораторная работа № 1. Организация экологического сопровождения производственного процесса	7
---	---

Организация производственных процессов

Лабораторная работа № 2. Критерии оценки экологической безопасности производства	12
---	----

Рациональное использование водных ресурсов

Лабораторная работа № 3. Нормирование различных типов вод. Отбор проб воды. Основные методы контроля вод	22
Лабораторная работа № 4. Основные принципы очистки сточных вод.....	30

Загрязнение атмосферы.

Методы очистки газовых выбросов предприятий

Лабораторная работа № 5. Основные принципы воздухоочистки. Паспорт ПГОУ	38
Библиографический список.....	48

ВВЕДЕНИЕ

Любая хозяйственная деятельность несет в себе опасность для окружающей среды (ОС) [1]. С одной стороны, материальное производство должно обеспечивать получение целевого продукта, с другой, согласно природоохранным требованиям, – предупреждать и минимизировать негативные последствия для окружающей среды.

Планирование и осуществление хозяйственной деятельности необходимо проводить с учетом экологических ограничений. Объекты негативного воздействия на ОС в зависимости от уровня этого воздействия, могут быть четырех категорий, которые определяют требования к системам экологической безопасности на объекте [2]. В соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации, все предприятия и организации должны иметь актуальную экологическую документацию, вести учет источников негативного воздействия на ОС, проводить природоохранные мероприятия.

Профессионалу-экологу необходимы специальные знания и навыки для организации комплекса мер, направленных на обеспечение экологической безопасности предприятия, и проведения мероприятий по минимизации последствий хозяйственной деятельности на ОС.

В практикуме содержатся комплексные задания, включающие общие вопросы организации защиты окружающей среды на промышленном предприятии, вопросы рационального водопользования и охраны атмосферного воздуха. В практикуме представлены задачи для расчетов объемов загрязнений, содержащихся в выбросах, сточной воде; определения ПДВ, НДС, размера санитарно-защитной зоны. Кроме того, обучающимся предлагается самостоятельно изучить природоохранные нормативно-правовые акты и ответить на вопросы, относящиеся к конкретной производственной деятельности. Практические работы составлены таким образом, чтобы студенты могли конкретизировать информацию, полученную на лекциях, и выполнить задания, позволяющие овладеть необходимыми профессио-

нальными компетенциями. Структура и содержание практических работ включает в себя следующие элементы: тема, цель, краткие теоретические основания, задание, необходимые данные, представленные в таблицах или тексте, контрольные вопросы. В конце практикума приведен список законодательной и специальной литературы.

Подобный подход позволяет систематизировать, закрепить и расширить знания студентов в области решения задач по защите окружающей среды в сфере промышленной экологии.

СОКРАЩЕНИЯ В ТЕКСТЕ

АВ – атмосферный воздух

БПК – биохимическое потребление кислорода

ВВ – взвешенные вещества

ГООУ – газоочистная установка

ГРОРО – государственный реестр объектов размещения отходов

ИП – индивидуальный предприниматель

КоАП – Кодекс об административных правонарушениях

КЭР – комплексное экологическое разрешение

НВОС – негативное воздействие на окружающую среду

НД – нормативный документ

НДС – нормативно допустимый сброс

НООЛР – норматив образования отходов и лимиты на их размещение

НПА – нормативно-правовой акт

ОРО – объект размещения отходов (производства и потребления)

ОС – окружающая среда

ПГООУ – пылегазоочистная установка

ПДВ – предельно допустимый выброс

ПДК – предельно допустимая концентрация

ПДУ – предельно допустимый уровень

ПЭК – производственный экологический контроль

ПЭМ – производственный экологический мониторинг

СВ – сточные воды

СЗЗ – санитарно-защитная зона

СПАВ – синтетические поверхностные активные вещества

ФЗ – федеральный закон Российской Федерации

ЮрЛ – юридическое лицо

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ – НАУЧНАЯ ОСНОВА РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Лабораторная работа № 1. Организация экологического сопровождения производственного процесса

Общие теоретические сведения

Деятельность промышленных предприятий, как и любая другая хозяйственная деятельность, вступает в противоречие с окружающей средой. Именно деятельность промпредприятий оказывает наиболее значительное негативное воздействие на ОС. Существует много определений промышленного объекта. Промышленный объект – предприятие, его цеха, участки, площадки, в том числе склады, объекты инженерной и транспортной инфраструктуры (железнодорожного, автомобильного, речного, морского, воздушного и трубопроводного транспорта), объекты связи, коммунальные объекты, используемые для осуществления деятельности в сфере промышленности [3]. Из определения промышленного объекта мы видим, что к нему относится не отдельное сооружение или вид деятельности, промышленное производство требует вовлечения в процесс разных составляющих, и они должны быть обеспечены соответствующими зданиями, коммуникациями, технологиями, размещенными на определенных земельных участках, которые могут быть расположены как близко, так и далеко друг от друга. Производству требуется сырье, добываемое из недр, выпуск основной и вспомогательной продукции не обходится без образования различных отходов: твердых, жидких и газообразных, возвращаемых в окружающую среду (рис. 1). Нарушается давно установленное естественное равновесие в экосистемах, меняется рельеф, в природных средах изменяются фоновые концентрации веществ, вплоть до превышения предельно-допустимых величин. Поэтому необходимо контролировать воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду и постоянно искать возможности снижения этого

воздействия, даже в пределах отдельного предприятия. Эти вопросы относятся к промышленной экологии.

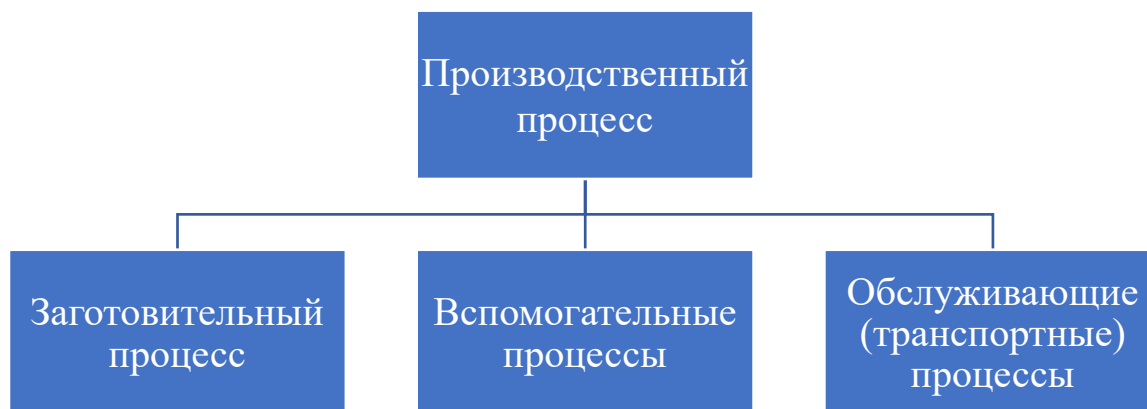


Рис. 1. Стадии производственного процесса

Экологическое сопровождение производственного процесса сегодня является обязательным для всех видов хозяйственной деятельности. Занимаются этим службы по охране окружающей среды и экологической безопасности [4]. На небольших предприятиях экологическая служба может быть представлена одним экологом (инженером-экологом, инженером по охране ОС). На сегодняшний день обязательных требований к должности эколога практически нет (за исключением требований по прохождению медосмотра и повышению квалификации), тем не менее, существуют рекомендации по уровню знаний, умений и компетенций такого специалиста [5, 6].

Основное в деятельности эколога – следить за исполнением природоохранного законодательства на предприятии [1]. Экологические требования, предъявляемые к объекту производства, не одинаковы для всех видов деятельности. Все предприятия и организации, так или иначе воздействующие на ОС, являются объектами негативного воздействия на окружающую среду и подразделяются на четыре категории, с наиболее строгими подходами для 1-й категории и далее, до 4-й, по понижающей (табл. 1).

Категории объектов негативного воздействия на окружающую среду [1]

Категория объекта НВОС	Критерии отнесения объекта НВОС к категории
I	объекты, оказывающие значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящиеся к областям применения наилучших доступных технологий
II	объекты, оказывающие умеренное негативное воздействие на окружающую среду
III	объекты, оказывающие незначительное негативное воздействие на окружающую среду
IV	объекты, оказывающие минимальное негативное воздействие на окружающую среду

В зависимости от категории объекта НВОС предъявляются различные требования к перечню и составу обязательной экологической документации.

Задание 1.1. Документация предприятия по вопросам охраны окружающей среды

Цель: получить навыки работы с экологической документацией предприятия.

Задание: выбрать из перечня и разместить в табл. 2 соответствующие документы по видам.

Перечень документов по охране окружающей среды в организации:

- зарегистрированные данные о поверке и калибровке измерительных приборов и оборудования, аттестаты аккредитации лабораторий;
- разрешения на сбросы (выбросы) загрязняющих веществ;
- документ об утверждении нормативов образования отходов и лимитов на их размещение;
- договор на поставку газа;
- оперативная отчетность о выполнении мероприятий и программ в области охраны окружающей среды;
- оценка воздействия на окружающую среду;

- лицензии на отдельные виды деятельности, осуществляемые предприятием;
- договор на водопотребление и водоотведение;
- проекты нормативов допустимого воздействия на окружающую среду;
- свидетельство о постановке на государственный учет объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду;
- решение об утверждении нормативов образования отходов и лимитов на их размещение;
- договоры на вывоз ТКО других видов отходов;
- приказ на создание отдела по охране окружающей среды предприятия;
- сведения государственного статистического наблюдения предприятия формы 2-ТП (воздух);
- программа производственного экологического контроля;
- журналы учета и первичные регистрационные данные;
- акты внутренних аудитов, проверок;
- протоколы лабораторных исследований;
- положение об отделе ООС;
- должностная инструкция эколога предприятия;
- санитарно-эпидемиологические заключения;
- записи результатов предпринятых действий по выполнению предписаний;
- зарегистрированные данные по обучению и подтверждению компетентности персонала;
- сведения государственного статистического наблюдения предприятия формы 2-ТП (отходы);
- договоры и решения на водопользование;
- аттестат аккредитации заводской лаборатории;
- план мероприятий, программа по повышению экологической эффективности;
- договор на прием ливневых вод;
- экологические программы;
- результаты производственного контроля;

- письма (ответы) предприятия по предписаниям;
- расчеты размера платы за негативное воздействие на окружающую среду;
- сертификаты.

Таблица 2

Документация предприятия по вопросам ООС

Вид документации	Документация
Обосновывающая	
Разрешительная	
Договорная	
Плановая	
Организационно-распорядительная	
Отчетная	
Подтверждающая соответствие действующим нормам и правилам	

Форма отчета: запись в тетради – заполненная табл. 2.

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 1

1. Какие виды первичной документации по охране атмосферы должны быть на предприятии (по категориям НВОС)?
2. Какие виды первичной документации по охране водной среды должны быть на предприятии (по категориям НВОС)?
3. Какие виды первичной документации по обращению с отходами должны быть на предприятии (по категориям НВОС)?
4. Какие виды нормативной документации по охране атмосферы должны быть на предприятии (по категориям НВОС)?
5. Какие виды нормативной документации по охране водной среды должны быть на предприятии (по категориям НВОС)?
6. Какие виды нормативной документации по обращению с отходами должны быть на предприятии (по категориям НВОС)?
7. Какая отчетная документация должна быть на предприятии (по категориям НВОС)?

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Лабораторная работа № 2. Критерии оценки экологической безопасности производства

Общие теоретические сведения

Предприятия, как объекты НВОС, должны строить свои производственные процессы таким образом, чтобы воздействие на окружающую среду не превышало допустимых значений, установленных отдельно для каждого из них. Существуют общие требования по обеспечению экологической безопасности, в том числе, нормативные значения состояния компонентов природной среды (ПДК, ПДУ), но требования по выбросам, сбросам, физическому воздействию, использованию ресурсов и даже по применению технологий и т. д. устанавливаются в зависимости от специфики отдельного предприятия. Учитываются разные факторы: категория объекта НВОС, местоположение предприятия, вид деятельности, производственные мощности, используемые технологии, сырье, объемы производства, наличие очистных установок, особенности сброса сточных вод и выбросов загрязняющих веществ, фоновые концентрации веществ в окружающей среде и многое другое. Соответствие природоохранной деятельности предприятия нормативным требованиям обеспечат высокий уровень системы экологической безопасности. К ним относятся:

- соблюдение установленных уровней воздействия на ОС (ПДВ, НДС, НООЛР, нормы забора воды и пр.);
- постоянный внутренний контроль за источниками НВОС;
- контроль качества атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной зоны, качества воды в контрольном створе водного объекта;
- замена оборудования на менее ресурсоемкое;
- модернизация очистных установок и другие мероприятия.

Организацией природоохранной деятельности на предприятии занимается отдел охраны окружающей среды или эколог.

Задание 2.1. Определение категории объекта, оказывающего негативное влияние на окружающую среду

Цель: получить навыки определения категории объекта, оказывающего негативное влияние на окружающую среду.

Задание:

1. По «Критериям отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» [2] определить категорию НВОС предприятия (по вариантам).

2. Указать, какие природоохранные документы должны быть на предприятии, согласно категории объекта НВОС.

Варианты:

1. Наличие одновременно следующих критериев:

а) выбросы загрязняющих веществ в атмосферу отсутствуют или их масса не превышает 10 тонн в год, а также отсутствуют в составе выбросов радиоактивные вещества, вещества I и II классов опасности;

б) сбросы загрязняющих веществ в централизованные системы водоотведения отсутствуют, кроме сбросов бытовых сточных вод, а также отсутствуют любые сбросы в окружающую среду.

2. На объекте производится электроэнергия, при этом используется оборудование с проектной электрической мощностью не более 1 МВт, и (или) пар и горячая вода (тепловая энергия) оборудованием с проектной тепловой мощностью 2 Гкал/час и менее.

3. Объект является предприятием опытного производства, опытно-конструкторским бюро, НИИ.

4. Объект не имеет выбросов в атмосферный воздух, сбросов в ОС, деятельность – добыча подземных вод объемом менее 500 куб. метров в сутки.

5. Деятельность объекта НВОС – строительство объектов капитального строительства продолжительностью менее 6 месяцев.

6. На объекте используются в исследовательских целях ядерные установки нулевой мощности, радиационные источники, содержащие в своем составе только радионуклидные источники четвертой и пятой категорий.

7. Объект размещения отходов после полной рекультивации, НВОС отсутствует, находится в процессе снятия с государственного учета объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

8. Деятельностью предприятия является обработка малоопасных и практически неопасных отходов производства и потребления.

9. Деятельность объекта НВОС – строительство объектов капитального строительства продолжительностью более 6 месяцев.

10. Деятельность – обработка отходов производства и потребления IV и V классов опасности

11. Деятельность объекта НВОС – обеспечение электроэнергией, паром или газом. При этом оборудование имеет электрическую мощность менее 250 МВт и работает на угле или мазуте, или потребляет газ, но электрическая мощность не превышает 500 МВт.

12. Объект является россыпным месторождением руды драгоценных металлов, на нем производится добыча и (или) подготовка руд.

13. Металлургическое производство с подачей менее 2 тонн нерафинированной стали в час, где применяется оборудование для нанесения защитных распыленных металлических покрытий.

14. Производство чугуна или стали менее 2,5 тонны в час.

15. Производство бумаги и (или) картона менее 20 тонн в сутки, фанеры, древесно-стружечных и древесно-волоконистых плит.

16. Производство кокса.

17. Деятельность объекта НВОС – обеспечение электроэнергией, паром или газом. При этом оборудование имеет электрическую мощность 250 МВт и более и работает на угле или мазуте, или потребляет газ, но электрическая мощность равна или более 500 МВт.

18. Производство нефтепродуктов.

19. Производство пестицидов.

20. Обеззараживание и (или) обезвреживание биологических и (или) медицинских отходов 10 тонн/сутки и более.

Форма отчета: результат представить в виде записи в тетради: вариант, описание деятельности предприятия, категория, перечень обязательных экологических документов.

Задание 2.2. Административная ответственность за нарушения природоохранного законодательства

Цель: приобрести навыки работы с нормативно-правовыми актами и определения ответственности за нарушения природоохранного законодательства.

Задание: используя Кодекс об административных правонарушениях [7], заполнить табл. 3 (по вариантам).

Административная ответственность за нарушения природоохранного законодательства

Номер варианта	Неправомерные действия	Административное наказание (штрафы, руб.)				Статья КоАП РФ
		для граждан	для должностных лиц	для ИП	для юридических лиц	
1	В лесу, расположенному в водоохранной зоне р. Обь, установленной в соответствии с водным законодательством, построен и эксплуатируется объект капитального строительства – база отдыха					
2	В лесу, расположенному в водоохранной зоне р. Обь, установленной в соответствии с водным законодательством, построена и эксплуатируется асфальтированная велосипедная дорожка					
3	Предприятие осуществляет выброс вредных веществ в атмосферный воздух без установления лимитов на выброс и разрешения					
4	Гражданин, имеющий земельный участок с частным домом недалеко от берега р. Иня, построил забор от своего участка до реки, перегородив проход вдоль береговой линии для других граждан					
5	Диспетчер ПАТП выпустил в рейс грузовой автомобиль, у которого содержание угарного газа и сажи в выбросах превышает нормативы, установленные государственными стандартами РФ					

Номер варианта	Неправомерные действия	Административное наказание (штрафы, руб.)				Статья КоАП РФ
		для граждан	для должностных лиц	для ИП	для юридических лиц	
6	ИП «Петров» допустил разлив нефтепродуктов в местный пруд и не оповестил уполномоченный орган об инциденте, повторно в текущем году					
7	На территории, входящей в состав лесопарковых зеленых поясов г. Новосибирска, гражданин Кузнецов разместил отходы производства и потребления (лампы люминесцентные), относящиеся к I классу опасности					
8	На территории, входящей в состав лесопарковых зеленых поясов г. Новосибирска, зафиксировано использование токсичных химических препаратов					
9	При заборе воды были нарушены правила водопользования					
10	Нарушение правил охраны среды обитания или путей миграции объектов животного мира и водных биологических ресурсов					
11	Нарушение условий специального разрешения на выброс вредных веществ в атмосферный воздух или вредное физическое воздействие на него					
12	Нарушение правил эксплуатации водохозяйственных или водоохраных сооружений и устройств					

Номер варианта	Неправомерные действия	Административное наказание (штрафы, руб.)				Статья КоАП РФ
		для граждан	для должностных лиц	для ИП	для юридических лиц	
13	На предприятии эксплуатировали аппаратуру для очистки газов без проведения технического обслуживания, технического осмотра, проверки показателей работы ГОУ и планово-предупредительного ремонта, что могло привести к его загрязнению					
14	Нарушение режима осуществления хозяйственной и иной деятельности в лесопарковом зеленом поясе					
15	Невнесение в установленные сроки платы за негативное воздействие на окружающую среду					
16	При проведении плановой проверки выяснилось, что ООО «Цвет» не выполнило обязанности по подаче заявки на постановку на государственный учет объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду					
17	На ОАО «Металлист» (1-я категория НВОС) стационарные источники выбросов загрязняющих веществ не оснащены системами автоматического контроля в соответствии с законодательством в области охраны окружающей среды					

Номер варианта	Неправомерные действия	Административное наказание (штрафы, руб.)				Статья КоАП РФ
		для граждан	для должностных лиц	для ИП	для юридических лиц	
18	Невыполнение требований по оборудованию хозяйственных и иных объектов, расположенных в границах водоохраных зон, сооружениями, обеспечивающими охрану водных объектов от загрязнения, засорения, заиления и истощения вод в соответствии с водным законодательством и законодательством в области охраны окружающей среды, в случаях, если такие требования установлены законом					
19	Незаконная добыча песка, гравия, глины и иных общераспространенных полезных ископаемых, торфа, сапропеля на водных объектах, осуществление молевого сплава древесины либо нарушение установленного порядка очистки водных объектов от затонувшей древесины и наносов					
20	Неоповещение уполномоченного органа о факте разлива нефти и нефтепродуктов, оповещение уполномоченного органа о факте разлива нефти и нефтепродуктов без представления необходимых сведений или представление в уполномоченный орган заведомо недостоверных сведений о факте разлива нефти и нефтепродуктов					

Номер варианта	Неправомерные действия	Административное наказание (штрафы, руб.)				Статья КоАП РФ
		для граждан	для должностных лиц	для ИП	для юридических лиц	
21	Несоблюдение условия обеспечения свободного доступа граждан к водному объекту общего пользования и его береговой полосе					
22	ОАО «Смирнов и Ко» производил забор воды из р. Иня для нужд предприятия без оформления договора водопользования					
23	ООО «Комета» проводила работы по добыче гравия из р. Томь без оформления необходимых документов					
24	ООО «СВЕТЛЯЧОК» проводило разработку месторождения полезных ископаемых, не относящихся к месторождению минеральных вод и лечебных грязей, других природных лечебных ресурсов, на территории, входящей в состав лесопарковых зеленых поясов г. Новосибирска					
25	На ООО «Стар» стационарные источники выбросов загрязняющих веществ оснащены системами автоматического контроля, у которых срок обязательной государственной поверки истек 3 месяца назад					
26	Осуществление деятельности, не соответствующей документации, которая получила положительное заключение государственной экологической экспертизы					

Номер варианта	Неправомерные действия	Административное наказание (штрафы, руб.)				Статья КоАП РФ
		для граждан	для должностных лиц	для ИП	для юридических лиц	
27	Осуществление хозяйственной и (или) иной деятельности на объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, без комплексного экологического разрешения, если получение такого разрешения является обязательным					
28	Эксплуатация гражданами воздушных или морских судов, судов внутреннего водного плавания или маломерных судов либо автомобилей, мотоциклов или других механических транспортных средств, у которых содержание загрязняющих веществ в выбросах либо уровень шума, производимого ими при работе, превышает нормативы, установленные государственными стандартами Российской Федерации					

Форма отчета: результат представить в виде записи в тетради в табличном виде.

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 2

1. Что такое экологическая безопасность?
2. Что такое ПДК? Какими документами устанавливается?
3. Что такое ПДВ? Какими документами устанавливается? В составе какой документации предприятия должен быть проект ПДВ?
4. Что такое НДС? Какими документами устанавливается? В составе какой документации предприятия должен быть проект НДС?
5. Что такое ПДУ? Какими документами устанавливается?
6. Что такое НООЛР? Какими документами устанавливается? В чем отличие норматива образования от лимита на размещение? В составе какой документации предприятия должен быть проект НООЛР?
7. Что такое КЭР? Какими документами устанавливается? Что входит в состав КЭР?
8. Что такое декларация о НВОС? Какими документами устанавливается? Что входит в состав декларации?
9. Что такое технологические нормативы? Что такое технические нормативы? В чем отличие?
10. Какие категории объектов НВОС бывают? Приведите примеры по каждой категории.
11. Что такое санитарно-защитная зона? Кто обязан устанавливать СЗЗ?

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Лабораторная работа № 3. Нормирование различных типов вод. Отбор проб воды. Основные методы контроля вод

Общие теоретические сведения

Использование водных ресурсов предполагает их использование:

- без изъятия из водного объекта (водопользование);
- с изъятием (водопотребление) [8, 9].

При изъятии воды для культурно-бытовых или хозяйственно-питьевых целей вода может быть безвозвратно израсходована или возвращена в водный объект с измененным составом в виде сточных вод.

Основным требованием для водопотребителей и водопользователей является неухудшение состояния водного объекта как природного объекта, места обитания гидробионтов, источника воды и водных биоресурсов. Поэтому все водопользователи обязаны соблюдать определенные правила и стремиться к тому, чтобы качество воды не изменялось и соответствовало нормативам. Предельно-допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов разных видов водопользования регламентируются разными документами и отличаются друг от друга. Например, требования к нормативам качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения жестче, чем аналогичные нормативы для водных объектов иного назначения. Как правило, водный объект является сразу объектом разных видов водопользования. Например, р. Обь в черте г. Новосибирск является одновременно источником питьевого водоснабжения, объектом культурно-бытового назначения (купание, занятия спортом, отдых) и природным объектом, в котором водится рыба (нерестится, нагуливается). В этом случае качество воды должно соответствовать виду водопользования, либо к составу и свойствам воды предъявляются наиболее жесткие нормы из числа установленных.

Задание 3.1. Отбор проб воды

Цель: сформировать навыки отбора проб различных видов вод (воды подземных источников, воды водоемов, воды водопроводной, донных отложений и пр.); научиться оформлять акты отбора проб воды с занесением всей необходимой информации.

Задания:

1. Изучить ГОСТ Р 59024–2020. Вода. Общие требования к отбору проб [10].

2. Осуществить отбор пробы воды из водопроводного крана: для микробиологических исследований, для химического анализа воды, для определения запаха.

3. Ответить на вопросы и указать пункты стандарта, соответствующие ответу:

– какие требования устанавливает данный стандарт?

– можно ли отбирать пробы питьевой воды из скважины, руководствуясь этим документом? На какие еще типы вод распространяется действие данного стандарта?

– определите вид показателей воды, на которые не производится отбор по данному стандарту:

- обобщенные показатели;
- химические показатели;
- фармакологические показатели;
- органолептические показатели;
- показатели радиационной безопасности;
- микробиологические показатели;
- физические показатели;
- биологические показатели;

• что является целью отбора проб воды?

– каким должен быть объем взятой пробы воды?

– от чего зависит выбор метода отбора проб?

– сколько времени можно хранить пробу до исследования?

– каким образом выбирается метод хранения пробы?

– назовите оборудование для отбора точечных проб на определенной глубине.

- перечислите требования к оборудованию для отбора проб.
- какое оборудование необходимо для отбора проб микробиологических показателей?
- как подготовить пробу к хранению?
- как проводить фильтрацию (центрифугирование) проб? В каких случаях фильтруют (центрифугируют) пробу?
- какие реактивы применяют для консервации проб?
- напишите, какие требования предъявляют к отбору проб на определение:

- рН;
- общей минерализации;
- окисляемости перманганатной;
- кислорода;
- сульфатов;
- свинца;
- нефти и нефтепродуктов.

Форма отчета: записи, рисунки.

Задание 3.2. Определение температуры, прозрачности и запаха воды

Цель: приобрести навыки прямых измерений температуры и прозрачности природных и очищенных вод и определения запаха вод.

Задание:

1. Изучить РД 52.24.496 Руководящий документ. Методика измерений температуры, прозрачности и определение запаха воды [11].

2. Ответить на вопросы:

- назовите дату введения в действие руководящего документа;
- для чего необходимо контролировать запах воды? Температуру?

Прозрачность?

– можно ли использовать данный руководящий документ при определении запаха воды водопроводной? Укажите пункт документа, регламентирующий это определение;

– можно ли использовать данный руководящий документ при определении прозрачности очищенной сточной воды перед сбросом в водный объект? Назовите пункт документа, регламентирующий это определение;

- какие средства измерения потребуются при работе, согласно этому РД?

- нарисуйте диск Секки;
- какие методы используются для определения температуры воды, запаха, прозрачности?
- какие требования должен выполнить оператор для определения запаха воды?
- какие требования техники безопасности необходимо соблюдать при работе в лабораторных условиях? На водном объекте?
- напишите этапы измерения температуры воды на водном объекте;
- от чего будет зависеть место и метод определения прозрачности воды?
- напишите этапы измерения прозрачности воды на водном объекте;
- определите прозрачность воды, используя цилиндр Снеллера;
- определите интенсивность запаха воды при температуре 20 °С;
- напишите результаты исследований, как требует руководящий документ, по вариантам (табл. 4).

Таблица 4

Данные измерений температуры, прозрачности и запаха воды

Вариант	Температура, °С	Прозрачность	Запах, баллы
1	10	10 см	1
2	15	10 м	0
3	25	25 см	2
4	13	25 м	3
5	16	33 м	1
6	21	14 м	1
7	18	18 см	1
8	8	25 см	3
9	22	12 м	5
10	23	13 см	1
11	19	28 м	4
12	15	28 см	0
13	22	20 см	5
14	19	24 м	3
15	26	25 см	3
16	16	12 м	2
17	17	13 см	1
18	28	28 м	4
19	14	17 м	2
20	20	40 м	1

Форма отчета: запись в тетради (вопросы 6, 10, 12, 15).

Задание 3.3. Определение взвешенных веществ в воде гравиметрическим методом

Цель: приобрести навыки определения взвешенных веществ весовым методом.

Задание 3.3.1. Определить содержание взвешенных веществ в воде водоема весовым методом

Суть метода заключается в измерении массы осадка, полученного при фильтровании пробы воды через фильтр. Взвешенные вещества задерживаются фильтром. Подготовленный чистый фильтр взвешивают до постоянной массы на аналитических весах, затем через него пропускают аликвоту пробы воды, высушенный фильтр с осадком снова взвешивают. Разница между массой до анализа и массой после с учетом объема отфильтрованной воды является массовой концентрацией взвешенных веществ в воде [12].

Согласно РД 52.24.468–2019 провести гравиметрический анализ пробы воды на определение массовой концентрации взвешенных веществ.

Ход работы:

1. Подготовить фильтры «синяя лента»: свернуть конусом, вставить в воронку в колбу и промыть дистиллированной водой.
2. Высушить подготовленные фильтры.
3. Пронумеровать фильтры и взвесить каждый фильтр, массу записать.
4. Пробу воды взболтать и отмерить цилиндром 100 мл воды. Фильтр вставить в воронку и колбу и пропустить через него воду из цилиндра. Цилиндр сполоснуть дистиллированной водой, остатки слить в воронку (рис. 2).
5. Фильтр высушить, взвесить.
6. Выполнить расчет
7. Записать ход работы в тетради.

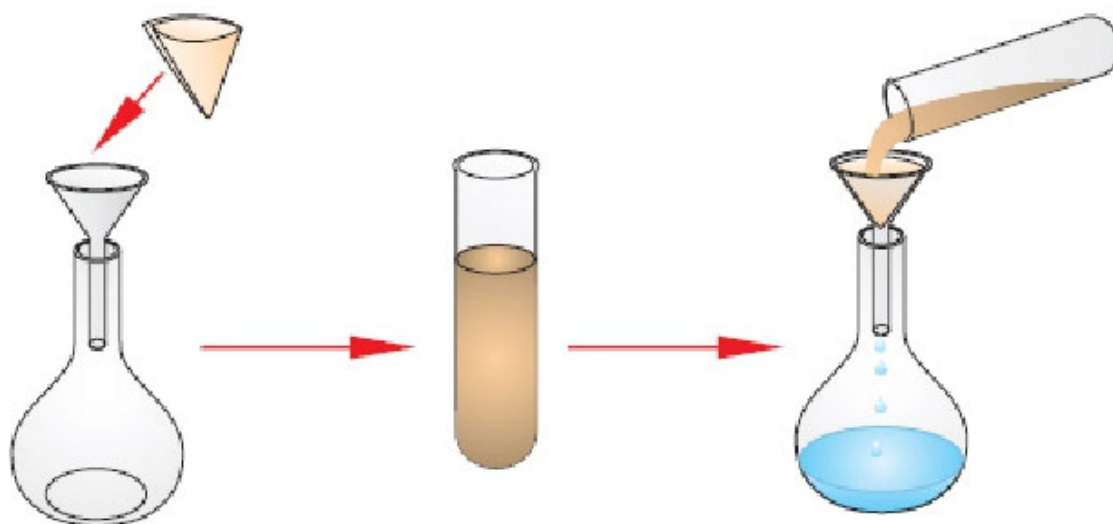


Рис. 2. Фильтрация воды для определения взвешенных веществ

Форма отчета: запись в тетради (ход работы, вес фильтра до и после анализа, расчет, результат (мг/л)).

Задание 3.3.2. Рассчитать содержание взвешенных веществ в воде по данным табл. 5.

Таблица 5

Определение взвешенных веществ весовым методом

Вариант	Задание			Ответ
	Масса фильтра до анализа	Масса фильтра с осадком	Объем пробы	Содержание ВВ, мг/л
1	42,948 20 г	42 982,25 мг	0,1 л	
2	38 142,85 мг	38 176,45 мг	0,1 дм ³	
3	41,467 00 г	41,499 9 г	100 мл	
4	37 429,55 мг	37,528 15 г	0,1 дм ³	
5	43,463 300 г	44 645,85 мг	0,1 дм ³	
6	44 501,15 мг	44,529 15 г	100 мл	
7	37,542 45 г	37,571 85 г	0,1 дм ³	
8	46,943 80 г	46,972 70 г	100 см ³	
9	37 000 мг	37,019 50 г	100 см ³	
10	38,718 35 г	38,756 45 г	0,1 дм ³	
11	41,214 50 г	41,276 70 г	1 л	
12	48,478 10 г	48,488 45 г	1 дм ³	
13	37 428,65 мг	37 480,65 мг	100 см ³	

Форма отчета: запись в тетради (результат (мг/л)).

Задание 3.4. Определение рН воды

Цель: приобрести навыки определения рН воды потенциометрическим методом.

Задание: измерить рН воды.

Водородный показатель воды рН – это показатель, указывающий содержание ионов водорода в воде. рН равен десятичному логарифму величины $[H^+]$ с отрицательным знаком. При рН, равном 7, раствор считается нейтральным, рН меньше 7 соответствует кислой среде, рН больше 7 – щелочной.

Определение рН можно проводить с помощью индикаторов, лакмусовой бумажкой, но точнее всего физико-химический метод – метод потенциометрии. Для измерения в раствор погружают два электрода: измерительный электрод, потенциал которого зависит от концентрации ионов водорода в жидкости, и электрод сравнения, потенциал которого постоянен и известен. В растворе возникает электродвижущая сила, которую измеряет прибор – иономер, потенциометр.

Ход работы [13]:

1. Подготовить иономер к работе: включить в сеть, следить, чтобы электроды находились в стаканчике с дистиллированной водой. Пластиковую заглушку вынуть из электрода.

2. Воду для анализа объемом 30–35 мл поместить в химический стакан вместимостью 50 мл.

3. Электроды просушить фильтровальной бумагой и погрузить в исследуемую воду, при этом шарик стеклянного электрода должен быть полностью под водой.

4. Дождаться постоянного значения на дисплее иономера. Записать значение рН. Через минуту повторить измерение.

5. Вынуть электроды из анализируемой воды, промыть дистиллированной водой, просушить фильтровальной бумагой. Можно проводить определение рН другой пробы.

6. По окончании работы промыть электроды дистиллированной водой, закрыть пластиковую заглушку, поместить электроды для хранения.

7. За результат рН принимают среднее значение двух измерений одной пробы воды.

Форма отчета: запись в тетради (ход работы, значения 1 и 2, расчет, результат (единицы рН)).

Задание 3.5. Нормирование различных типов вод

Цель: приобрести навыки работы с нормативными документами.

Задание: используя нормативные документы, необходимо определить ПДК следующих веществ:

- для воды поверхностных водоемов [14];
- воды водоёмов рыбохозяйственного значения [15].

Заполнить таблицы для каждого типа вод с указанием НД по форме табл. 6.

Таблица 6

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воде

Но- мер п/п	Наименование вещества	N CAS	Формула	Вели- чина ПДК, мг/л	Лимити- рующий показатель вредности	Класс опасности
1	Железо общее					
2	Ионы аммония					
3	Алюминий					
4	Барий					
5	Бериллий					
6	Фторид-анион					
7	Свинец					
8	Нефтепродукты					
9	Ртуть					
10	Кадмий					
11	Нитрит-анион					

Форма отчета: запись.

1. Таблица ПДК веществ воды водоёмов рыбохозяйственного значения (с указанием НД).

2. Таблица ПДК веществ воды поверхностных водоемов (с указанием НД).

Лабораторная работа № 4. Основные принципы очистки сточных вод

Общие теоретические сведения

В целях охраны водных объектов при водоотведении (сбросе) сточных вод в водный объект должны выполняться определенные требования. Существуют ограничения по местам сброса, а также по составу и свойствам сточных вод. Не допускается сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод, предприятия обязаны получить разрешения на сброс стоков и должны производить их очистку. Комбинирование разных методов очистки, механических, физико-химических, биологических и других позволяет достичь требований безопасного для водного объекта сброса стоков. Для определения достаточности системы очистки применяют расчет материального баланса.

Материальный баланс основывается на принципе сохранения массы. Расчет материального баланса дает возможность контролировать количественное движение каждого вещества, поступившего в систему очистки. Данный метод позволяет определить количество вещества, поступившего в систему, задержанное системой, и количество вещества, вышедшее из системы. Общее количество вещества, поступившего на очистку, остается неизменным, и состоит из суммы количества задержанных и количества сбрасываемых веществ. Материальный баланс рассчитывается по каждому аппарату системы очистки и каждому веществу в сбросе. Данный метод применим как для сбросов, так и для выбросов.

Анализ материального баланса позволяет оптимизировать процесс очистки путем выявления проблемных зон и внесения соответствующих изменений [16, 17].

Задание 4.1. Расчет сброса и определение необходимой степени очистки сточной воды

Цель: приобрести навык решения производственных задач по определению массы сброса воды при разных условиях и определению методов и степени очистки стоков.

Задание: решить задачи 4.1.1, 4.1.2.

4.1.1. В водоем производится сброс очищенных сточных вод со скоростью V (л/с). Содержание загрязняющего вещества в сточной воде составляет C . Рассчитайте массу сброса загрязняющего вещества за согласно варианту (табл. 7).

Таблица 7

Условия сброса сточной воды

Номер варианта	Сброс V	Концентрация C	Условия сброса		Задание
			сброс/ сутки	дней в году	
1	20 л/с	5 г/л	1 смена	270	т/год
2	20 л/с	5 г/л	круглосуточно	365	т/год
3	20 л/с	5 г/л	1 смена	270	г/сутки
4	2 м ³ /сутки	5 г/л	2 смены	300	г/сутки
5	10 л/с	50 мг/л	1 смена	270	т/год
6	5 л/с	125 мг/л	круглосуточно	365	т/год
7	20 л/с	300 мг/л	1 смена	270	г/сутки
8	2 м ³ /сутки	5 г/л	1 смена	270	т/год
9	30 м ³ /сутки	180 г/м ³	2 смены	365	т/год
10	20 л/час	150 мг/л	1 смена	270	т/год

4.1.2. Содержание взвешенных веществ в сточной воде до очистки составляет 380 мг/л, цианидов – 3,2 мг/л. Сброс разрешен при концентрации взвешенных веществ – 16,3 мг/л, цианидов 0,01 мг/л. Рассчитайте необходимую степень очистки по каждому веществу и предложите методы очистки.

Форма отчета: запись результатов по задаче 4.1.1 и задаче 4.1.2.

Задание 4.2. Расчет необходимой степени очистки сточных вод перед сбросом

Цель: приобрести навык определения достаточности очистки сбросов в системе очистки сточных вод по материальному балансу загрязняющих веществ.

Задание: на предприятии образуются сточные воды, состав загрязняющих веществ, их количество в сточных водах ($C_{\text{факт}}$) и концентрация норма-

тива сброса ($C_{\text{НДС}}$) по каждому веществу указаны в табл. 8. Стоки попадают на очистку, состоящую из первичного отстойника, аэротенка, вторичного отстойника. Степень очистки аппаратов по каждому загрязнителю указаны в табл. 8 (по вариантам).

1. Рассчитать массу сброса веществ после очистки.
2. Определить, эффективна ли очистка.
3. Заполнить табл. 9.

Таблица 8

Загрязняющие вещества в сточной воде

Наименование загрязнителей	C факт, мг/л	$C_{\text{НДС}}$, мг/л	Сброс, м ³ /сут, V
Взвешенные вещества (ВВ)	547,7	6,00 мг/л	150
СПАВ	4,48 мг/л	0,50 мг/л	
Биохимическое потребление кислорода (БПК)	171,2	7,50 мг/л	
Фосфаты	10,1 мг/л	1,00 мг/л	

Таблица 9

Материальный баланс системы очистки

Наименование вещества	Масса сброса загрязняющих веществ						НДС		Степень очистки, %	
	на входе	поглощённая	на выходе	на входе	поглощённая	на выходе	г/ч	т/год	вариант 1	вариант 2
	г/ч			т/год						
Наименование аппарата очистки										
Первичный отстойник										
ВВ									39	84
БПК _{пол}									35	60
СПАВ									30	66
фосфаты									30	59
Аэротенк										
ВВ									40	40
БПК _{пол}									43	50
СПАВ									40	56
фосфаты									41	40
Вторичный отстойник										
ВВ									40	94
БПК _{пол}									36	56
СПАВ									32	69
фосфаты									34	87

Форма отчета: запись в тетради (таблица 8 (по вариантам), вывод о достаточности системы очистки).

Задание 4.3. Определение эффективности водоочистки

Цель: приобрести навык работы с нормативными актами на примере ГОСТ 31952–2012. Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения [18].

К устройствам очистки и доочистки воды для питьевых целей предъявляются определенные требования. Фильтры должны иметь эффективность не менее 50 %, при этом содержание веществ в очищенной воде не может быть выше гигиенических нормативов, предъявляемых к питьевой воде.

Задание:

1. Изучить ГОСТ 31952–2012.

2. Дать ответ на вопрос, обосновав его информацией из ГОСТ (указать пункт документа):

– назовите дату введения документа в работу;

– данный документ применим к расчету эффективности очистных установок промканализации пищевого производства?

– данный документ применим к расчету эффективности очистных установок канализации Горводоканала?

– данный документ применим к расчету эффективности водоочистных устройств водопровода в городской квартире?

– данный документ применим к расчету эффективности водоочистных устройств, используемых на скважине дачного участка?

– данный документ применим к расчету эффективности водоочистных устройств, используемых на скважине районного центра?

– можно ли использовать данный документ для расчета эффективности очистки воды в системах водоснабжения Японии, в районах, пострадавших от аварии АЭС?

– можно ли использовать данный документ для расчета эффективности очистки воды поверхностных источников (реки) в половодье?

– можно ли использовать данный документ для расчета эффективности обеззараживания воды в системах централизованного водоснабжения? Нецентрализованного?

– можно ли использовать данный документ для расчета эффективности очистки воды в системах водоснабжения Казахстана? Белоруссии?

– максимальный объем очищаемой воды, допущенный данным документом, 5 м³/сут. Рассчитайте производительность устройства;

– в документах на водоочистное устройство имеется санитарно-эпидемиологическое заключение на соответствие засыпки фильтра – активированного угля и разрешение на использование засыпки в фильтре данной марки. Производитель заменил картридж с углем на картридж с цеолитом. Правомочно ли это?

– в нормативной и технической документации на водоочистное устройство сказано, что оно производит очистку воды от ионов железа и мутности. Потребитель недоволен хлорным запахом воды, который ощущается и до очистки воды устройством. Прав ли потребитель?

– вода до очистки имела запах сероводорода и легкую мутность, после очистки запах и муть исчезли, но появился осадок. Имеет ли смысл говорить об эффективности устройства?

– устройство заявлено на доочистку воды централизованных систем водоснабжения. Какая концентрация ионов железа должна быть в модельном растворе, если ПДК железа 0,3 мг/л?

– содержание ионов железа в модельном растворе 0,8 мг/л. Какая концентрация железа должна быть на выходе, если устройство предназначено для доочистки воды централизованных систем водоснабжения?

– содержание ионов железа в модельном растворе 0,8 мг/л. Какая концентрация железа должна быть на выходе, если устройство предназначено для очистки воды источника водоснабжения?

– при проведении испытаний в первых порциях очищенной воды наблюдается легкий осадок, который исчезает после прогона 2 % ресурса воды, содержание остальных показателей соответствует требованиям очистки. Устройство эффективно?

– потребитель использовал фильтр на 300 % ресурса и заявил о его недостаточной эффективности. Прав ли он?

– какой должна быть продолжительность испытаний водоочистного устройства?

Форма отчета: запись. Ответ должен быть коротким (да, нет, число, обоснование (при необходимости) – пункт документа).

Задание 4.4. Очистка производственных сточных вод

Цель: приобрести навык составления схемы очистных сооружений сточных вод.

Задание:

1. Подобрать аппараты для систем очистки сточных вод и нарисовать схему очистки сбросов (по вариантам) (табл. 10, 11).
2. Указать, каким аппаратом производится удаление из отводимых вод каждого загрязнителя.
3. Указать ориентировочную степень очистки каждого аппарата.

Таблица 10

Варианты для выполнения работы

Вариант	Задание
1	Составить схему очистки сточных вод гальванического производства (кислые стоки)
2	Составить схему очистки сточных вод гальванического производства (щелочные стоки)
3	Составить схему очистки сточных вод гальванического производства (хромсодержащие стоки)
4	Составить схему очистки сточных вод гальванического производства (стоки с содержанием тяжелых металлов)
5	Составить схему очистки сточных вод пищевого производства (мясокомбинат)
6	Составить схему очистки сточных вод пищевого производства (молочный завод)
7	Составить схему очистки сточных вод пищевого производства (пекарня)
8	Составить схему очистки сточных вод пищевого производства (завод по производству напитков)
9	Составить схему очистки сточных бытовых стоков
10	Составить схему очистки сточных вод нефтесодержащих стоков
11	Составить схему очистки сточных вод ливневых стоков города
12	Составить схему очистки сточных вод городских стоков
13	Составить схему очистки горячих сточных вод
14	Составить схему очистки сточных вод птицефабрики
15	Составить схему очистки сточных вод столовой
16	Составить схему очистки сточных вод прачечной
17	Составить схему очистки сточных вод рыбзавода
18	Составить схему очистки сточных вод предприятия нефтепереработки
19	Составить схему очистки сточных вод предприятия угледобывающей промышленности
20	Составить схему очистки сточных вод производства сахара
21	Составить схему очистки сточных вод горно-промышленного предприятия
22	Составить схему очистки сточных вод поселка
23	Составить схему очистки сточных вод гальванического производства (щелочные стоки)

Состав основных загрязнителей сточных вод различных предприятий

Производства	Виды загрязнений
Металлургическая промышленность	Минеральные примеси, пыль, грязь, песок, окалина, масла, тяжёлые металлы, кислоты
Целлюлозно-бумажная промышленность	Волокна, селен, хлор, диоксид серы, скипидар
Машиностроительная промышленность	Нефтепродукты, фенолы, взвешенные вещества
Нефтеперерабатывающая промышленность	Нефтепродукты, сульфаты, взвешенные вещества, хлориды
Птицефабрики и мясокомбинаты	Азот, фосфор, калий, вирусы и бактерии, взвешенные вещества в виде осколков костей, пера, ошметков мяса
Рыбная промышленность	Жиры, растительные масла, белки, минеральные вещества, взвешенные вещества в виде чешуи, костей
Нефтедобывающая промышленность	Сероводород, парафины, аммиак, меркаптаны, сульфиды, фенолы, нефтепродукты, минеральные соли, аммонийный азот
Производство пластика	Фенолы, пластификаторы
Горно-обогатительная промышленность	Тяжёлые металлы, кислоты, органические растворители
Угольная промышленность	Взвешенные вещества (угольная пыль и частицы сопутствующих пород), нефтепродукты в виде минеральных масел
Текстильная промышленность	Минеральные и органические примеси, реагенты, моющие средства, волокна и взвешенные вещества
Производство консервов	Взвешенные вещества, аммонийный азот хлориды, сульфаты, эфирорастворимые вещества, фосфор
Производство сахара и крахмала	Азот, калий, кальций и фосфор
Молочная промышленность	Молочная сыворотка

Форма отчета: запись в тетради в виде схемы очистки и легенды к ней.

Контрольные вопросы к лабораторным работам № 3, 4

1. Что такое «водный объект»?
2. Какими основными нормативно-правовыми актами регулируется охрана вод?
3. Что такое загрязнение водного объекта?
4. Что такое истощение водного объекта?
5. Что такое засорение водного объекта?
6. Что такое «лимитирующий показатель вредности»?

7. Для чего необходимо отбирать пробы воды для анализа?

8. Какие виды анализа вод существуют?

9. Что такое «батометр»?

10. Какие основные требования предъявляются к отбору проб воды?

11. Какие сопроводительные документы оформляются для проб воды?

Какая обязательная информация вносится в этот документ?

12. Что такое жесткость воды?

13. Назовите нормативные документы, регламентирующие содержание жесткости, кальция, железа, хлоридов в воде поверхностных водных объектов, подземных водных объектов, питьевой воде.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ ПРЕДПРИЯТИЙ

Лабораторная работа № 5. Основные принципы воздухоочистки. Паспорт ПГОУ

Проблема загрязнения воздушной среды сегодня стоит более чем остро, особенно в крупных городах и промышленных центрах. Полагают, что загрязнение атмосферы привело к глобальному потеплению, поэтому необходимо, наряду с общим сокращением выбросов, уменьшать выброс именно парниковых газов, а также вести контроль оборота озонразрушающих веществ [19]. Объекты НВОС не смогут обеспечить выполнение нормативных требований без установок систем очистки отходящих пылегазовых смесей. При разработке и установлении ПДВ необходимо учитывать эффективность пылегазоочистных установок. На все ПГОУ на объекте НВОС необходимо разработать паспорт, в котором ежегодно указывается эффективность очистки по каждому загрязняющему веществу. Эффективность рассчитывается по фактическому содержанию загрязняющих веществ в выбросе до аппарата очистки и после. Количество загрязнителя, задержанного ПГОУ, относительно массы выброса, поступившей на очистку, является эффективностью и выражается в процентах (%). Содержание загрязняющих веществ и другие параметры выброса определяется инструментально с привлечением аккредитованной лаборатории.

Задание 5.1. Расчет выброса и эффективности очистки ГОУ

Цель: приобрести навык решения производственных задач.

Задание: решить задачи 1, 2.

1. На мукомольне отобрано 100 дм^3 воздуха. Масса фильтра до отбора – 0,3452 г, после отбора – 0,9452 г. Необходимо рассчитать концентрацию пыли и сравнить с ПДК (6 мг/м^3). Сделать вывод.

2. Через газоход площадью $0,062 \text{ м}^2$ проходит газоздушная смесь со скоростью 12,1 м/с. Температура смеси $17 \text{ }^\circ\text{C}$, атмосферное давление 750 мм рт. столба

Необходимо рассчитать объем газовой смеси, проходящий через газоход, приведенный к нормальным условиям ($\text{нм}^3/\text{с}$).

3. Система очистки отходящих пылегазовых смесей состоит из шести отдельных установок золоуловителя. При работе системы в режиме 1 эффективность очистки на каждом участке одинакова и составляет 29 %. При работе в режиме 2 степень очистки выброса по золоуловителям следующим образом: 34 %, 31 %, 13 %, 11 %, 7 %, 3 %. Необходимо установить эффективность всей системы очистки от взвешенных веществ и определить, при каком из режимов система эффективнее.

Форма отчета: запись – ответ, в задачах 1 и 3 необходимо написать вывод.

Задание 5.2. Определение эффективности работы циклона

Цель: приобрести навык расчета эффективности очистки ПГОУ по фактическим данным, полученным при измерении параметров отходящих пылегазовых потоков.

Задание: рассчитать эффективность газоочистки по данным табл. 12 (по вариантам) [20].

Таблица 12

Результаты измерений параметров отходящих пылегазовых потоков до поступления в циклон и после выхода

Параметр	Вход на очистку	Выход
Вариант 1		
Диаметр газохода, D , м	0,3	0,55
Атмосферное давление, P , Па	99 870	99 870
Температура газа в газоходе, t , °C	15,0	15,0
Скорость газа в газоходе, v , м/с	19,0	5,0
Концентрация загрязняющего вещества, C , г/м ³	0,349 2	0,083 4
Площадь газохода S , м ²		
Объем выброса, приведенный к нормальным условиям, V , нм ³ /с		
Масса выброса, M , г/с		
Эффективность очистки, %		

Параметр	Вход на очистку	Выход
Вариант 2		
Диаметр газохода, D , м	0,4	0,5
Атмосферное давление, P , Па	99 870	99 870
Температура газа в газоходе, t , °С	17	17
Скорость газа в газоходе, v , м/с	16,0	12,0
Концентрация загрязняющего вещества, C , г/м ³	0,251 3	0,069 8
Площадь газохода S , м ²		
Объем выброса, приведенный к нормальным условиям, V , нм ³ /с		
Масса выброса, M , г/с		
Эффективность очистки, %		
Вариант 3		
Диаметр газохода, D , м	0,27	0,5
Атмосферное давление, P , Па	100 960	100 960
Температура газа в газоходе, t , °С	18	18
Скорость газа в газоходе, v , м/с	17,8	4,0
Концентрация загрязняющего вещества, C , г/м ³	0,249 5	0,085
Площадь газохода S , м ²		
Объем выброса, приведенный к нормальным условиям, V , нм ³ /с		
Масса выброса, M , г/с		
Эффективность очистки, %		
Вариант 4		
Диаметр газохода, D , м	0,28	0,5
Атмосферное давление, P , Па	99 990	99 990
Температура газа в газоходе, t , °С	17,0	17,0
Скорость газа в газоходе, v , м/с	12,1	4,7
Концентрация загрязняющего вещества, C , г/м ³	0,052	0,021
Площадь газохода S , м ²		
Объем выброса, приведенный к нормальным условиям, V , нм ³ /с		
Масса выброса, M , г/с		
Эффективность очистки, %		
Вариант 5		
Диаметр газохода, D , м	0,23	0,4
Атмосферное давление, P , Па	99 990	99 990
Температура газа в газоходе, t , °С	17	17
Скорость газа в газоходе, v , м/с	27,4	7,5
Концентрация загрязняющего вещества, C , г/м ³	0,056 1	0,017

Параметр	Вход на очистку	Выход
Площадь газохода S , м ²		
Объем выброса, приведенный к нормальным условиям, V , нм ³ /с		
Масса выброса, M , г/с		
Эффективность очистки, %		
Вариант 6		
Диаметр газохода, D , м		0,8
Атмосферное давление, P , Па	100 658	100 568
Температура газа в газоходе, t , °С	-5	-5
Скорость газа в газоходе, v , м/с	16,6	5,3
Концентрация загрязняющего вещества, C , г/м ³		
Площадь газохода S , м ²	0,139	
Объем выброса, приведенный к нормальным условиям, V , нм ³ /с		
Масса выброса, M , г/с		
Эффективность очистки, %		
Вариант 7		
Диаметр газохода, D , м	0,48	0,67
Атмосферное давление, P , Па	100 658	100 658
Температура газа в газоходе, t , °С	-6	-6
Скорость газа в газоходе, v , м/с	16,1	4,8
Концентрация загрязняющего вещества, C , г/м ³	0,557 9	0,077 1
Площадь газохода S , м ²		
Объем выброса, приведенный к нормальным условиям, V , нм ³ /с		
Масса выброса, M , г/с		
Эффективность очистки, %		
Вариант 8		
Диаметр газохода, D , м	0,45	0,6
Атмосферное давление, P , Па	99 990	99 990
Температура газа в газоходе, t , °С	32	32
Скорость газа в газоходе, v , м/с	14,9	18,4
Концентрация загрязняющего вещества, C , г/м ³	6,0	0,066
Площадь газохода S , м ²		
Объем выброса, приведенный к нормальным условиям, V , нм ³ /с		
Масса выброса, M , г/с		
Эффективность очистки, %		

Форма отчета: запись в тетради – заполненная таблица.

Задание 5.3. Определение объема выбросов парниковых газов за условный период

Цель: приобрести навык расчета выброса парниковых газов при стационарном сжигании топлива.

Задание: изучить «Методику количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов» [21], определить выбросы CO₂, образующиеся при сжигании топлива в котельной по данным табл. 13.

Таблица 13

Данные для расчета выброса парниковых газов из стационарного источника

№ варианта	Тип топлива	Расход топлива за период u , т	Выброс E_{CO_2} , т
1	уголь донецкий	135	
2	уголь кузнецкий	95	
3	уголь карагандинский	100	
4	уголь подмосковный	125	
5	уголь воркутинский	315	
6	уголь интинский	612	
7	уголь челябинский	155	
8	уголь свердловский	220	
9	уголь башкирский	480	
10	уголь нерюнгринский	450	
11	уголь якутский	110	
12	уголь черемховский	150	
13	уголь азейский	260	
14	уголь читинский	350	
15	уголь свердловский	400	
16	уголь башкирский	470	
17	уголь нерюнгринский	180	
18	уголь якутский	220	
19	уголь черемховский	320	
20	уголь азейский	750	
21	уголь читинский	360	
22	уголь коксующийся	300	
23	антрацит	500	

Форма отчета: объем выбросов парниковых газов (по вариантам).

Работа 16. Расчет уровня загрязнения атмосферы карьеров основными источниками выделения вредных примесей

Цель: приобрести навык расчета выбросов твердых веществ при проведении буровых работ.

Выброс загрязняющих веществ на карьерах происходит при работе автотранспорта, при выемочно-погрузочных, буровых и взрывных работах.

Буровые работы. Суммарная масса твердых частиц, выделяющихся при работе буровых станков (т/год), определяется по формуле [22]:

$$M_{\sigma} = 0,785 \times d^2 \times v_{\sigma} \times \rho \times T \times K_1 \times K_2 \times (1 - \eta), \quad (1)$$

где d – диаметр буримых скважин, м;

v_{σ} – скорость бурения, м/ч;

ρ – плотность породы или угля, т/м³;

T – годовое количество рабочих часов, ч/год;

η – эффективность средств пылеулавливания, доля единицы;

K_1 – содержание пылевой фракции в буровой мелочи, доля единицы (принимается равным 0,1);

K_2 – доля пыли (от всей массы пылевой фракции), переходящая в аэрозоль (принимается равной 0,02).

Суммарная масса твердых частиц (г/с), выделяющихся при работе буровых станков, оснащенных системами пылеулавливания, определяется по формуле [20]:

$$M_{\sigma} = 0,785 \times d^2 \times v_{\sigma} \times \rho \times K_1 \times K_2 \times (1 - \eta) \times 10^3 / 3,6. \quad (2)$$

Задание: Буровой станок не оснащен системой пылеулавливания. Рассчитать выбросы твердых частиц при буровых работах по данным табл. 14.

Исходные данные для расчета

Но- мер п/п	Характеристики, обозначения, расчет	Единицы	Значение	
			1-й вариант	2-й вариант
1	Диаметр буримых скважин, d	м	0,25	0,2
2	Скорость бурения, v_b	м/ч	12,0	13,0
3	Плотность породы, ρ	т/м ³	1,4	1,8
4	Годовое количество рабочих часов, T	ч/год	420	500
5	Эффективность средств пылеулавливания, η	доля еди- ницы	0	0
6	Содержание пылевой фракции в буровой мелочи, K_1	доля еди- ницы	0,10	0,1
7	Доля пыли (от всей массы пылевой фракции), пе- реходящая в аэрозоль, K_2		0,02	0,02
Всего		т/г		
		г/с		

Форма отчета: запись в тетради – расчет суммарной массы твердых частиц, выделяющихся при работе бурового станка, т/год и г/с.

Задание 5.4. Расчет предельно-допустимого выброса

Цель: приобрести навык расчета предельно-допустимого выброса.

Задание: Рассчитайте ПДВ [23], если от источника выделения отходят диоксид серы (SO₂) и пыль неорганическая с содержанием SiO₂ 75 %. Скорость выхода смеси 15,5 м/с; диаметр трубы 0,25 м, температура газовой смеси 90 °С, наружного воздуха 21 °С; $m = 1,2$; $n = 1,0$; параметр осаждения частиц 2,5; высота трубы 30 м. Местность равнинная, коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, – 200. Фоновая концентрация диоксида серы 0,2 мг/м³, фоновая концентрация пыли 0,05 мг/м³. ПДК диоксида серы 0,5 мг/м³, ПДК пыли 0,15 мг/м³

$$\text{ПДВ} = \frac{(\text{ПДК} - C_{\text{ф}}) \times H^2 \times \sqrt[3]{V_0 \times \frac{\pi \times d^2}{4} \times \Delta T}}{m \times n \times A \times \eta \times F}, \text{ г/с} \quad (3)$$

где $ПДК$ – предельно-допустимая концентрация загрязняющего вещества, мг/м³;

C_{ϕ} – фоновая концентрация, мг/м³

H – высота трубы, м;

V_0 – скорость выхода газовой смеси, м/с

π – математическая постоянная, 3,14;

d – диаметр трубы, м;

ΔT – разность между температурой газовой смеси и температурой окружающего атмосферного воздуха, при этом температура окружающего атмосферного воздуха – максимальная температура в 13:00 наиболее жаркого месяца данного региона;

m и n – безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выброса из устья ИЗА;

A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, определяющий условия горизонтального и вертикального рассеивания ЗВ в атмосферном воздухе;

η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности; при ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот не более 50 м на 1 км $\eta = 1$;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе; параметр осаждения частиц.

Форма отчета: запись в тетради – расчет ПДВ пыли и ПДВ диоксида серы.

Задание 5.5. Санитарно-защитная зона

Цель: приобрести навык установления санитарно-защитной зоны предприятия.

Задание:

1. Изучить СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов [24].
2. Определить класс объекта в соответствии с санитарной классификацией промышленных объектов и производств.
3. Установить размер санитарно-защитной зоны (по вариантам в табл. 16)

Таблица 16

Номер варианта	Предприятия, сооружения и другие объекты	Размер СЗЗ
1	Тепловая электростанция (ТЭС) эквивалентной электрической мощностью 600 мВт и выше, использующая в качестве топлива уголь и мазут	
2	Производство по выплавке цветных металлов непосредственно из руд и концентратов (в т.ч. свинца, олова, меди, никеля)	
3	Коксохимическое производство (коксогаз)	
4	Свинофермы от 4 тысяч до 12 тысяч голов	
5	Производство бериллия	
6	Угольные разрезы	
7	Производство синтетических моющих средств	
8	Производство свинцовых аккумуляторов	
9	Отвалы и шламонакопители при добыче цветных металлов	
10	Производства свеклосахарные	
11	Установка сжижения природного газа, расположенная на газопроводах, месторождениях и газораспределительных станциях магистральных газопроводов, с объемом хранения сжиженного природного газа от 250 до 1 000 м ³	
12	Производство минеральных солей, за исключением солей мышьяка, фосфора, хрома, свинца и ртути	
13	Производство щелочных аккумуляторов	
14	Промышленные объекты по добыче нефти при выбросе сероводорода до 0,5 т/сутки	
15	Промышленный объект по производству бетона, бетонных изделий, железобетонных изделий, конструкций	
16	Производство мыла	
17	Промышленные объекты (карьеры) по добыче мрамора, песка, гравия, глины без проведения буровзрывных работ	
18	Типографии с применением свинца	
19	Шрифтолитейные заводы (без выбросов свинца)	
20	Установка по производству бетона	
21	Производство бумаги из макулатуры	
22	Производство котлов	
23	Производство ковров	
24	Производство щеток из щетины и волоса	
25	Производство спичек	

Форма отчета: запись в тетради размера санитарно-защитной зоны.

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 5:

1. Какие виды очистки отходящих газопылевых выбросов вам известны?
2. Приведите классификацию вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу.
3. Назовите признаки, по которым характеризуются выбросы в атмосферу.
4. Приведите классификацию источников загрязнения атмосферы.
5. Какие основные международные соглашения в отношении парниковых газов вам известны?
6. Назовите основные парниковые газы.
7. Что такое СЗЗ? Кто должен устанавливать СЗЗ?
8. Какие виды химической очистки вам известны?
9. Какие виды очистки отходящих газопылевых выбросов вам известны?
10. Какие аппараты используют для механической очистки выбросов?
11. По какой формуле рассчитывают эффективность очистки?
12. Что такое абсорбция, адсорбция?
13. Что такое предельно-допустимый выброс?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297>.

2. Критерии отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий [Электронный ресурс] : утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 31.12.2020 № 2398. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573292854>.

3. СП 18.13330.2019. Производственные объекты. Планировочная организация земельного участка (Генеральные планы промышленных предприятий). СНиП II-89–80 [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564221198>.

4. Об Основах государственной политики Российской Федерации в области промышленной безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу [Электронный ресурс] : указ Президента РФ от 06.05.2018 № 198. – URL: <https://base.garant.ru/71936636/>.

5. Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих [Электронный ресурс] : утвержден Постановлением Министерства труда и социального развития РФ от 21.08.1998 № 37. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_97378/.

6. Профессиональный стандарт «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)» [Электронный ресурс] : утвержден Приказом Минтруда России от 07.09.2020 № 569. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/565837362> (дата обращения: 26.08.2023).

7. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/12125267/>.

8. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/.

9. Федеральный закон «О водоснабжении и водоотведении» от 07.12.2011 № 416-ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122867/.

10. ГОСТ Р 59024–2020. Вода. Общие требования к отбору проб [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200097520>.

11. РД 52.24.496–2018. Методика измерений температуры, прозрачности и определение запаха воды [Электронный ресурс] : утвержден руководителем Росгидромета 06.06.2018. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/550660205>.

12. РД 52.24.468–2019. Массовая концентрация взвешенных веществ и сухого остатка в водах [Электронный ресурс] : утвержден руководителем Росгидромета 30.12.2019. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/564233197>.

13. Анализаторы жидкости лабораторные серии анион 4100 руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. – URL: <https://rukovodstvorus.ru/analizatory-zhidkosti-laboratornye-serii-anion-4100-rukovodstvo-po-ekspluataczii/>

14. СанПиН 1.2.3685–21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс] : утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 28.01.2021. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115>.

15. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения [Электронный ресурс] : приказ Минсельхоза от 13.12.2016 № 552. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420389120>.

16. Малахов В. М., Гриценко А. Г., Дружинин С. В. Инженерная экология : монография в 3-х т. – Новосибирск : СГГА, 2012.

17. Халилов Ш. А., Маликов А. Н., Гневанов В. П.. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие. – Под ред. Ш. А. Халилова. – М. : ИД ФОРУМ : ИНФРА-М, 2012. – 576 с.

18. ГОСТ 31952–2012. Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения [Электронный ресурс] : введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12.12.2012 № 1908-ст. – URL: <https://base.garant.ru/71097404/>.

19. Об охране атмосферного воздуха [Электронный ресурс] : федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22971/.

20. Об утверждении Правил эксплуатации установок очистки газа [Электронный ресурс] : приказ Минприроды России от 15.09.2017 № 498. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/542608718>.

21. Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов [Электронный ресурс] : приказ Минприроды России от 27.05.2022 № 371. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/350962750>.

22. Методика расчета вредных выбросов (сбросов) для комплекса оборудования открытых горных работ (на основе удельных показателей) Люберцы 1999 [Электронный ресурс]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/59/59758/>

23. Об утверждении методики разработки (расчета) и установления нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух [Электронный ресурс] : приказ Минприроды России от 11.08.2020 № 581 (зарегистрировано в Минюсте России 30.12.2020 № 61944). – URL: <https://docs.cntd.ru/document/565780531>

24. О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [Электронный ресурс] : постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 25.09.2007 № 74 – URL: <https://base.garant.ru/12158477/b89690251be5277812a78962f6302560/>.

Учебное издание

Бочкарева Ирина Ивановна

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Редактор *Е. К. Деханова*

Компьютерная верстка *О. И. Голиков*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 15.11.2023. Формат 60 × 84 1/16.

Усл. печ. л. 2,96. Тираж 80 экз. Заказ 162.

Гигиеническое заключение

№ 54.НК.05.953.П.000147.12.02. от 10.12.2002.

Редакционно-издательский отдел СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 8.