

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.03.02

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Рациональное использование природных и сырьевых ресурсов в химической технологии и нефтехимии

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)

18.04.01 Химическая технология

(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВПО/ ФГОС ВО)

Рациональное использование природных и сырьевых ресурсов в химической технологии и нефтехимии

(направленность (профиль)/специализация)

Форма обучения: очная

Год набора: 2019

Распределение часов дисциплины по семестрам и видам занятий (по учебному плану)

Количество ЗЕТ	10											
Часов по РУП	360											
Виды контроля в семестрах (на курсах):	Экзамены		Зачеты			Курсовые проекты		Курсовые работы		Контрольные работы (для заочной формы обучения)		
	2											
	№№ семестров											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	Итого
ЗЕТ по семестрам		10										10
Лекции		16										16
Лабораторные		18										18
Практические		34										34
Контактная работа		68										68
Контроль		36										36
Сам. работа		256										256
Итого		360										360

Тольятти, 2019

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВПО/ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности) 18.04.01 «Химическая технология»
(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВПО/ФГОС ВО)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

- ☒ Отсутствует
- ☒ Учебная (рабочая) программа одобрена на заседании кафедры «РПиР» (протокол заседания № 1 от «28» августа 2018 г.).
- ☐ Рецензент

(должность, ученое звание, степень) (подпись) (И.О. Фамилия)
«__» _____ 20__ г.

Срок действия рабочей программы дисциплины до «28» августа 2021г.

Информация об актуализации рабочей программы дисциплины:

Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 20__ г.

Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 20__ г.

Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 20__ г.

Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 20__ г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

(разработавшей РПД)

«__» _____ 20__ г.

(подпись)

М.В. Кравцова
(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ
дисциплины (учебного курса)
Б1.В.ДВ.03.02 Рациональное использование природных и сырьевых
ресурсов в химической технологии и нефтехимии

(индекс и наименование дисциплины (учебного курса))

1. Цель и задачи изучения дисциплины (учебного курса)

Цель – формирование теоретических знаний о ресурсном, отраслевом и территориальном природопользовании, принципах рационального природопользования в химическом секторе, государственной системе мониторинга природных ресурсов; формирование практических навыков работы в сфере технологии переработки природных ресурсов и их вторичном использовании.

Задачи:

1. Сформировать знания о природных и сырьевых ресурсах.
2. Сформировать представления о рациональном использовании и правилах составления кадастров природных ресурсов.
3. Сформировать практические навыки принятия управленческих решений, использования современных эффективных технологий переработки природных ресурсов, их вторичного использования в химической промышленности.

2. Место дисциплины (учебного курса) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (учебного курса) относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» (вариативная часть, дисциплины по выбору).

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина (учебный курс) – «Процессы и аппараты химических и нефтехимических предприятий», «Катализ в химической технологии».

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины (учебного курса) – «Технологии переработки отходов химических и нефтехимических предприятий».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (учебному курсу), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемые и контролируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1)	Знать: информацию о современных методах анализа;
	Уметь: выбирать оптимальный метод анализа;
	Владеть: навыками работы в аналитической лаборатории.
- способность находить творческие решения социальных и профессиональных задач, готовностью к принятию нестандартных решений (ОК-8)	Знать: технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции.
	Уметь: производить структурный анализ и синтез сложных процессов, протекающих в аппаратах различных типов.
	Владеть: методиками расчета при проектировании конструкций аппаратов и систем автоматизации в области химической технологии.
- способность использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты (ПК-3)	Знать: теоретическую базу, устройство и области применения современных аналитических приборов;
	Уметь: разрабатывать стратегию и тактику проведения экспериментов и испытаний;
	Владеть: современными компьютерными технологиями обработки результатов научных исследований.

Тематическое содержание дисциплины (учебного курса)

Раздел, модуль	Подраздел, тема
Модуль 1. Основы рационального природопользования	Природопользование в основных отраслях хозяйственной деятельности. Природные ресурсы и природно-ресурсный потенциал территории. Техногенные загрязнения. Рациональное использование природных ресурсов. Свойства нефти и нефтепродуктов.

Модуль 2. Управление химическим и нефтехимическим производством	Решение экологических задач нефтегазовой отрасли. Охрана почв и рекультивация земель в нефтегазовом комплексе. Управление химическими, нефтехимическими производствами с позиции охраны окружающей среды.
---	---

Общая трудоемкость дисциплины (учебного курса) – 10 ЗЕТ.

4. Структура и содержание дисциплины (учебного курса) Рациональное использование природных и сырьевых ресурсов в химической технологии и нефтехимии

(наименование дисциплины (учебного курса))

Семестр изучения 2

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы						Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)	Рекомендуемая литература (№)	
		Контактная работа (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактивной форме	Формы проведения лекций, лабораторных, практических занятий, методы обучения, реализующие применяемую образовательную технологию	в часах				формы организации самостоятельной работы
		лекций	лабораторных	практических							
Модуль 1. Основы рационального природопользования	Лекция № 1. Природопользование в основных отраслях хозяйственной деятельности	2				Лекция с элементами дискуссии.	6		Мультимедийная аудитория.	1-4	
	Лекция № 2. Природные ресурсы и природно- ресурсный потенциал территории	2				Лекция с элементами дискуссии.	14		Мультимедийная аудитория.	2-7	
	Практическое занятие №1. Загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами.			2		Практическое занятие-семинар.	20		Раздаточный материал, компьютер, доступ к сети Интернет.	2-8	

	Лекция №3. Техногенные загрязнения	2				Традиционная лекция	10		Мультимедийная аудитория.		1-4
	Лекция №2. Рациональное использование природных ресурсов. Свойства нефти и нефтепродуктов.	2				Традиционная лекция	620		Мультимедийная аудитория		1-4
	Практическое занятие № 2. Ресурсы атмосферного воздуха, рекреационные и биологические ресурсы			2		Практическое занятие-семинар.	10		Раздаточный материал, компьютер, доступ к сети Интернет.		1-9

	Практическое занятие №3. Энергетические, гидрологические ресурсы			4		Практическое занятие с решением задач, обсуждение результатов деятельности.	10		Раздаточный материал, компьютер, доступ к сети Интернет.	Собеседование	1-4
Модуль 2. Управление химическим и нефтехимическим производством	Лабораторная работа №1. Определение pH.		4			Лабораторная работа с использованием вспомогательных средств	6		Лабораторное помещение		1-10
	Лабораторная работа №2. Определение взвешенных веществ		4			Лабораторная работа с использованием вспомогательных средств	6		Лабораторное помещение		1-10
	Лабораторная работа №3. Определение сухого остатка		4			Лабораторная работа с использованием вспомогательных средств	6		Лабораторное помещение		1-10
	Лабораторная работа №4. Определение нитратов		4			Лабораторная работа с использованием вспомогательных средств	6		Лабораторное помещение		1-10
	Лабораторная работа №5. Определение фосфатов		4			Лабораторная работа с использованием вспомогательных средств	6		Лабораторное помещение		1-10

	Лабораторная работа № 6. Определение ионов аммония		4			Лабораторная работа с использованием вспомогательных средств	6		Лабораторное помещение		1-10
	Практическая работа № 4. Земельные, минерально-сырьевые ресурсы			2		Практическое занятие-семинар.	4		Раздаточный материал, компьютер, доступ к сети Интернет.		2-4
	Практическое занятие №5. Эволюция использования минерально-сырьевых ресурсов			4		Практическое занятие-семинар	6		Раздаточный материал, компьютер.		1, 2
	Практическое занятие № 6. Изучение размещения месторождений топливно-энергетических ресурсов в недрах планеты и России.			4		Практическое занятие-семинар	4		Раздаточный материал, компьютер, доступ к сети Интернет.		1, 4

	Лекция № 7. Решение экологических задач нефтегазовой отрасли	4				Лекция с элементами дискуссии, с использованием технологий развития критического мышления.	14		Мультимедийная аудитория.		1, 4
	Практическое занятие №7. Очистка сточных вод на предприятиях нефтегазового комплекса			4		Практическое занятие-семинар.	16		Раздаточный материал, компьютер, доступ к сети Интернет.		1, 2
	Лекция № 7. Охрана почв и рекультивация земель в нефтегазовом комплексе	2				Лекция с элементами дискуссии, с использованием технологий развития критического мышления.	16		Мультимедийная аудитория.		3, 5
	Практическое занятие №8. Охрана воздушного бассейна на предприятиях нефтегазового комплекса			2		Практическое занятие-семинар.	20		Раздаточный материал, компьютер, доступ к сети Интернет.		3, 5

Модуль 2. Математическое моделирование технических систем.	Практическое занятие № 9. Отходы, их обезвреживание и утилизация в нефтегазовом комплексе.			2		Практическое занятие-семинар.	16		Раздаточный материал, компьютер, доступ к сети Интернет.		3, 5
	Практическое занятие №10 Комплексное использование сырьевых и энергетических ресурсов			4		Практическое занятие-семинар.	10		Раздаточный материал, компьютер, доступ к сети Интернет.		1-5
	Управление химическими, нефтехимическими производствами с позиции охраны окружающей среды	2				Лекция в форме дискуссии.	20		Раздаточный материал, компьютер, доступ к сети Интернет.		1, 3
				2		Практическое занятие-семинар.				Собеседование- защита лабораторный работ	
ИТОГО: 180		16	24	32			252				
		72									

5. Критерии и нормы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Собеседование	Посещение практических занятий-семинаров	«зачтено»	Ответ на один вопрос по теме модуля.
		«не зачтено»	Отсутствие ответов на вопросы.
Собеседование - защита лабораторных работ.	Наличие отчетов по лабораторным работам.	«зачтено»	Правильно оформленный отчет. Ответ на вопрос по теме лабораторной работы.
		«не зачтено»	Отсутствие ответов на вопросы.

Форма проведения промежуточной аттестации	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Экзамен (устно)	Наличие «зачтено» по двум модулям дисциплины.	«отлично»	выставляется студенту, если экзаменуемый правильно, четко и в полном объеме изложил теоретический материал, проявив полную самостоятельность и творческий подход при обосновании утверждений.
		«хорошо»	если ответ в целом отвечает требованиям к оценке "отлично", но проверяемый допускал отдельные неточности, вызвал необходимость дополнительных (уточняющих) вопросов и дал на них правильные ответы.
		«удовлетворительно»	если проверяемый показал при ответе знания основного учебного материала, но

			затруднялся подтвердить теоретические положения конкретными примерами или обосновать их, докладывал материал недостаточно четко, иногда требовал наводящих вопросов.
		«неудовлетворительно»	не может ответить ни на один вопрос.

6. Критерии и нормы оценки курсовых работ (проектов)

(Данный раздел не предусмотрен учебным планом)

7. Примерная тематика письменных работ (курсовых, рефератов, контрольных, расчетно-графических и др.)

(Данный раздел не предусмотрен учебным планом)

8. Вопросы к экзамену

№ п/п	Вопросы
1.	Формы воздействия человека на природу.
2.	Природные ресурсы и природно-ресурсный потенциал территории.
3.	Природопользование как сфера общественно-политической деятельности и прикладная научная дисциплина, ее объект, субъект и задачи.
4.	Основные вопросы и проблемы, которые рассматриваются в рамках природопользования.
5.	Пространственная и временная организация биосферы.
6.	Экологические кризисы: причины и последствия.
7.	Понятие о природных ресурсах и их видах. Классификации природных ресурсов.
8.	Природопользование: сущность понятия. Принципы рационального природопользования.
9.	Экологические проблемы нефтегазовой отрасли.
10.	Минеральные ресурсы.
11.	Отходы, их классификация.
12.	Обезвреживание и утилизация отходов нефтегазовом комплексе.
13.	Биологические ресурсы.
14.	Стандарты, нормативы и лимиты.
15.	Методы административно - правового взаимодействия с потенциально возможными нарушителями экологического равновесия
16.	Показатели оценки природного и природно-техногенного воздействия на биотическую составляющую экосистем.
17.	Критерии оценки природного и природно-техногенного воздействия на абиотическую составляющую экосистем.
18.	Руководство процессом ресурсопользования и природоохранной деятельностью.
19.	Иерархические уровни управления, функции центральных и местных органов.
20.	Понятие об охране природы. Объекты охраны. Охрана природы как необходимое условие рационального использования естественных

	ресурсов.
21.	Природопользование: сущность понятия. Принципы рационального природопользования. Концепция ресурсных циклов и ее значение для оптимизация обмена веществ между обществом и природой.
22.	Принципы охраны природы: профилактичность, комплексность, повсеместность, территориальная дифференцированность, сочетание технических средств защиты с самосохранением природных систем.
23.	Водные ресурсы. Общая характеристика использования.
24.	Экологические проблемы водных ресурсов: истощение водных ресурсов, проблема чистой воды на планете. Принципы рационального использования водных ресурсов.
25.	Ресурсы морей и океанов. Основные причины и последствия загрязнения вод морей и океанов, истощение ресурсов. Пути и методы решения проблем.
26.	Экологические проблемы, связанные с использованием минеральных ресурсов.
27.	Внедрение принципов рационального потребления минерального сырья.
28.	Лесные ресурсы. Общая характеристика использования.
29.	Земельные ресурсы. Общая характеристика использования.
30.	Административно-правовые механизмы управления природоохранной деятельностью.
31.	Руководство процессом ресурсопользования и природоохранной деятельностью.
32.	Концепция экологической политики в химической отрасли.
33.	Антропогенное воздействие на окружающую среду: этапы, основные направления воздействия на биосферу современного человека, группы источников воздействия.
34.	Экологические кризисы: причины и последствия. Тенденции в изменении отношения человека к природе.
35.	Методы и средства переработки, обезвреживание и захоронение отходов
36.	Формирование техногенных месторождений
37.	Особенности разработки техногенных месторождений
38.	Достоинства, недостатки, эффективность освоения техногенных месторождений
39.	Эффективность комплексного использования минеральных ресурсов
40.	Природные ресурсы и природно-ресурсный потенциал территории.
41.	Природопользование как сфера общественно-политической деятельности и прикладная научная дисциплина, ее объект, субъект и задачи.

42.	Основные вопросы и проблемы, которые рассматриваются в рамках природопользования.
43.	Пространственная и временная организация биосферы.
44.	Качественные потери полезных ископаемых
45.	Количественные потери полезных ископаемых
46.	Комплексное использование добываемого минерального сырья
47	Понятие о природных ресурсах и их видах. Классификации природных ресурсов.
48	Охрана и рациональное использование земельных ресурсов
49	Основные направления охраны и рационального использования недр
50	Правовые и организационные вопросы охраны и рационального использования недр

9. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

9.1. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Модуль 1.	ОПК-3	Собеседование.
2	Модуль 2.	ПК-2	Собеседование-защита лабораторных работ.

9.2. Представление оценочного средства в фонде.

Вопросы по модулю дисциплины:

№ п/п	Вопросы
Модуль 1.	
1.	Природные ресурсы и природно-ресурсный потенциал территории.
2.	Природопользование как сфера общественно-политической деятельности и прикладная научная дисциплина, ее объект, субъект и задачи.
3.	Основные вопросы и проблемы, которые рассматриваются в рамках природопользования.
4.	Пространственная и временная организация биосферы.
5.	Экологические кризисы: причины и последствия.
6.	Понятие о природных ресурсах и их видах. Классификации

	природных ресурсов.
7.	Водные ресурсы.
8.	Минеральные ресурсы.
9.	Лесные ресурсы.
10.	Земельные ресурсы.
11.	Биологические ресурсы.
12.	Стандарты, нормативы и лимиты.
13.	Методы административно - правового взаимодействия с потенциально возможными нарушителями экологического равновесия
14.	Показатели оценки природного и природно-техногенного воздействия на биотическую составляющую экосистем.
15.	Критерии оценки природного и природно-техногенного воздействия на абиотическую составляющую экосистем.
16.	Руководство процессом ресурсопользования и природоохранной деятельностью.
17.	Охрана и рациональное использование земельных ресурсов
18.	Основные направления охраны и рационального использования недр
19.	Правовые и организационные вопросы охраны и рационального использования недр
20.	Качественные потери полезных ископаемых
21.	Количественные потери полезных ископаемых
22.	Комплексное использование добываемого минерального сырья
23.	Утилизация вскрышных пород и отходов обогащения
24.	Методы и средства переработки, обезвреживание и захоронение отходов
25.	Формирование техногенных месторождений
26.	Особенности разработки техногенных месторождений
27.	Достоинства, недостатки, эффективность освоения техногенных месторождений
28.	Эффективность комплексного использования минеральных ресурсов
29.	Природные ресурсы и природно-ресурсный потенциал территории.
30.	Природопользование как сфера общественно-политической деятельности и прикладная научная дисциплина, ее объект, субъект и задачи.
31.	Основные вопросы и проблемы, которые рассматриваются в рамках природопользования.
32.	Пространственная и временная организация биосферы.
33.	Экологические кризисы: причины и последствия.

10. Образовательные технологии и методические указания по освоению дисциплины (учебного курса)

При реализации учебного курса дисциплины используются следующие технологии:

- технология традиционного обучения, включающая лекции, практические занятия-семинары, лабораторные работы, которые предполагают последовательное изложение материала преподавателем. Форма текущего контроля – собеседование, защита лабораторных работ.

Методические рекомендации для выполнения лабораторных работ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

Определение pH воды

Одно из важнейших свойств водных растворов – их кислотность (или щелочность), которая определяется концентрацией ионов H^+ (водородных ионов) и OH^- (гидроксильных ионов). Концентрации этих ионов в водных растворах связаны простой зависимостью:

$$[H^+][OH^-] = K_w.$$

Величина K_w называется ионным произведением воды и при данной температуре постоянна. Чаще всего пользуются значением K_w при 25 °С, которое равно 10^{-14} . В абсолютно чистой воде, не содержащей даже растворенных газов, концентрации ионов H^+ и OH^- равны (раствор нейтрален) и величина K_w равна 10^{-14} моль/дм³. В других случаях эти концентрации не совпадают: в кислых растворах преобладают ионы H^+ ($[H^+] > 10^{-7}$ моль/дм³), в щелочных – ионы OH^- ($[OH^-] < 10^{-7}$ моль/дм³). Но их произведение в любых водных растворах постоянно. Поэтому если увеличить концентрацию одного из этих ионов, то концентрация другого иона уменьшится во столько же раз.

Из сказанного следует, что можно однозначно выразить кислотность раствора, указав концентрацию в нем только ионов водорода. Например, в чистой воде $[H^+] = 10^{-7}$ моль/л. На практике оперировать такими числами неудобно.

Для удобства выражения концентрации водородных ионов в воде используют величину, представляющую собой взятый с обратным знаком десятичный логарифм их концентрации. Эта величину называют водородным показателем и обозначают рН:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$$

Определение величины рН воды имеет большое значение при оценке качества природных вод, при оценке коррозивности воды в системах питьевого и промышленного водоснабжения. Этот показатель также важен при обработке питьевой воды, подготовке воды для промышленных установок, при утилизации бытовых и заводских стоков.

Величина концентрации ионов водорода в речных водах обычно колеблется в пределах 6,5-8,5; атмосферных осадках 4,6 - 6,1; болотах 5,5 - 6,0; океане 7,9 - 8,3 рН. Концентрация ионов водорода подвержена сезонным колебаниям. Зимой величина рН для большинства речных систем составляет 6,8 - 7,4; летом 7,4 - 8,2.

На величину рН поверхностных вод влияет состояние карбонатного равновесия, интенсивность процессов фотосинтеза и распада органических веществ, содержание гумусовых веществ.

Для определения величины рН существуют два основных метода: колориметрический и потенциометрический.

Колориметрический метод основан на изменении окраски индикатора, добавленного к исследуемому раствору, в зависимости от величины рН. Этот метод недостаточно точен, требует введения солевых и температурных поправок, дает значительную погрешность при очень малой минерализации исследуемой воды (менее 30 мг/л) и при определении рН окрашенных и мутных вод. Метод нельзя применять для вод, содержащих сильные окислители или восстановители. Используется обычно в экспедиционных условиях и для ориентировочных определений.

Потенциометрический метод основан на измерении ЭДС электродной системы, состоящей из индикаторного электрода и электрода сравнения. Электрод сравнения иногда называют вспомогательным электродом.

Электрод представляет собой стеклянную трубку с выдутым на ее конце шариком с очень тонкой стенкой, в которую залита суспензия AgCl в растворе HCl и погружена серебряная проволока. Таким образом, внутри трубки с шариком находится хлорсеребряный электрод. Для измерения pH стеклянный электрод погружают в испытуемый раствор (тем самым не внося в него никаких посторонних веществ). В этот же раствор напрямую или через электролитический ключ погружают электрод сравнения.

Таким образом образуется гальванический элемент, состоящий из хлорсеребряного электрода и электрода сравнения. В полученной системе перенос электронов от хлорсеребряного электрода к электроду сравнения, происходящий под действием непосредственно измеряемой разности потенциалов, сопровождается переносом эквивалентного количества протонов из внутренней части стеклянного электрода в испытуемый раствор. Если считать концентрацию ионов H^+ внутри стеклянного электрода постоянной, то измеряемая ЭДС является функцией только активности ионов водорода, т.е. pH исследуемого раствора.

Средства измерений, посуда, реактивы и материалы

1. Иономер с погрешностью измерения pH , не превышающей $\pm 0,1$ ед. pH .
2. Весы лабораторные технические с погрешность взвешивания не более $\pm 0,001$ г.
3. Колбы мерные стеклянные вместимостью 1000 см^3 .
4. Стаканы стеклянные лабораторные вместимостью 100 см^3 .
5. Бутыли стеклянные или полиэтиленовые светонепроницаемые вместимостью от 150 до 1000 см^3 для отбора проб и хранения растворов.
6. Стандарт-титр: калий тетраоксалат ($\text{pH} = 1,68$).

7. Стандарт-титр: калий дигидрофосфат, натрий моногидрофосфат ($pH = 6,86$).

8. Стандарт-титр: натрий тетроборат ($pH = 9,18$).

9. Калия хлорид.

10. Вода дистиллированная.

11. Бумага фильтровальная лабораторная.

. Подготовка к выполнению измерений

Подготовку иономера и электродов к работе проводят в соответствии с требованиями, приведенными в инструкции по эксплуатации иономера и в паспортах на электроды.

2.2. Температура анализируемых проб и градуировочных растворов не должна различаться более, чем на $3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Пробу перед измерением термостатируют или используют иономер в режиме термокомпенсации.

2.3. Приготовление растворов.

2.3.1. Для градуировки иономера применяют образцовые буферные растворы, приготовленные из стандарт-титров согласно инструкции по их применению.

2.3.2. Насыщенный раствор калия хлорида для заполнения электрода сравнения.

На технических весах взвешивают $(37,0 \pm 0,01)$ г калия хлорида, растворяют при нагревании в 100 мл дистиллированной воды и охлаждают.

2.4. Градуировку иономера осуществляют не менее двух раз в неделю не менее, чем по трем рабочим эталонам (буферным растворам) с номинальными значениями $pH = 1,65; 6,86; 9,18$ при $(25 \pm 1)\text{ }^{\circ}\text{C}$. Процедура градуировки описана в инструкции по эксплуатации иономера.

Выполнение измерений

Пробу наливают в стакан вместимостью 100 мл, измеряют температуру раствора и при необходимости термостатируют. При проведении анализа непосредственно на месте отбора проб для измерений используют иономер в режиме термокомпенсации.

Погружают в раствор измерительный электрод и электрод сравнения и измеряют значение pH. После каждого измерения электроды промывают дистиллированной водой и осушают фильтровальной бумагой. Для каждой пробы проводят два параллельных определения.

Вычисление и оформление результатов измерений

За величину pH принимают показания, считываемые с индикатора прибора. По результатам двух параллельных определений рассчитывают среднее арифметическое значение pH:

$$\text{pH} = (\text{pH}_1 + \text{pH}_2) / 2$$

Окончательный результат анализа представляют в виде:

$$\text{pH} \pm \Delta,$$

где $\pm \Delta$ - граница погрешности при вероятности $P = 0,95$ ($\pm \Delta = 0,1$).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

Определение взвешенных веществ

Взвешенные твердые вещества, присутствующие в природных водах, состоят из частиц глины, песка, ила, суспендированных органических и неорганических веществ, планктона и других микроорганизмов.

Концентрация взвешенных частиц связана с сезонными факторами и с режимом стока и зависит от таяния снега, пород, слагающих русло, а также от антропогенных факторов, таких как сельское хозяйство, горные разработки и т.п.

Взвешенные частицы влияют на прозрачность воды и на проникновение в нее света, на температуру, растворенные компоненты поверхностных вод, адсорбцию токсичных веществ, а также на состав и распределение отложений и на скорость осадкообразования. Вода, в которой

много взвешенных частиц, не подходит для рекреационного использования по эстетическим соображениям.

Метод измерения

Гравиметрический метод определения массовой концентрации взвешенных веществ основан на фильтровании проб воды через фильтр с диаметром пор 0,45 мкм и взвешивании полученного осадка после высушивания его до постоянной массы.

Отбор и хранение проб

Пробы воды для определения взвешенных веществ помещают в стеклянную или полиэтиленовую посуду. При отборе следует избегать попадания в пробу нефтяной пленки, масел и жиров.

Пробы воды для определения взвешенных веществ не консервируют, хранят в холодильнике не более 7 суток.

Средства измерений, посуда

1. Весы лабораторные 2-го класса точности.
2. Цилиндры мерные вместимостью 100 см³, 250 см³, 500 см³, 1 дм³.
3. Стаканчики для взвешивания (бюксы).
4. Стаканы химические термостойкие вместимостью 500 см³.
5. Чашки биологические низкие (Петри) диаметром 100-150 мм.
6. Эксикатор.
7. Шкаф сушильный общелабораторного назначения.
8. Плитка электрическая.
9. Устройство для фильтрования проб под вакуумом с использованием мембранных фильтров.
10. Пинцет.
11. Холодильник.
12. Бутыли с притертыми или винтовыми пробками вместимостью 500-1000 см³ для отбора и хранения проб.

Реактивы и материалы

1. Фильтры мембранные диаметром 6 см, с диаметром пор 0,45 мкм.

2. Вода дистиллированная.

Подготовка к выполнению измерений

Фильтры кипятят в дистиллированной воде 5-10 минут. Кипячение проводят 3 раза, сливая после каждого раза воду и заменяя ее свежей. Затем помещают в чашки Петри и сушат в течение часа в сушильном шкафу при температуре 60 °С. Чистые фильтры хранят в чашках Петри.

Перед использованием фильтр маркируют и с помощью пинцета помещают в маркированный бюкс, сушат при температуре 105 °С в течении часа, охлаждают в эксикаторе и взвешивают бюкс с фильтром на аналитических весах.

Выполнение измерений

Подготовленный и взвешенный фильтр закрепляют в устройстве для фильтрования. Тщательно перемешивают пробу воды и сразу же отмеривают цилиндром необходимый для анализа объем. Пропускают воду через фильтр, добавляя её порциями из цилиндра. Приставший к стенкам воронки для фильтрования осадок смывают на мембранный фильтр порцией фильтрата.

По окончании фильтрования фильтр с осадком дважды промывают дистиллированной водой порциями не более 10 см³, извлекают пинцетом из устройства для фильтрования, помещают в бюкс, подсушивают на воздухе, а затем в сушильном шкафу при 105 °С в течение часа, после чего взвешивают. Повторяют процедуру сушки до тех пор, пока разница между взвешиваниями будет не более 0,5 мг при массе осадка менее 50 мг и 1 мг при массе более 50 мг.

Вычисление и оформление результатов измерений

Вычисление результатов измерений массовой концентрации взвешенных веществ

Массовую концентрацию взвешенных веществ в воде X , мг/дм см³, рассчитывают по формуле:

$$X = (m_{\text{фо}} - m_{\text{ф}}) \cdot 1000 / V,$$

где $m_{\text{фо}}$ - масса бюкса с фильтром с осадком взвешенных веществ, г;

$m_{\text{ф}}$ - масса бюкса с фильтром без осадка, г;

V - объем профильтрованной пробы воды, дм^3 .

Оформление результатов

Результат измерений массовой концентрации взвешенных веществ представляют в виде:

$$X \pm \Delta, \text{ мг/дм}^3,$$

$\pm \Delta$ - граница погрешности при вероятности $P = 0,95$, мг/дм^3 (см. табл. 1).

Таблица 1

Диапазон измерений массовой концентрации взвешенных веществ, мг/дм^3	Показатель точности $\pm \Delta, \text{ мг/дм}^3$
от 5 до 50 включ.	4
св. 50	7

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

Определение сухого остатка

Сухой остаток характеризует содержание в воде нелетучих растворенных (главным образом минеральных) и органических веществ, температура кипения которых превышает $105\text{--}110^\circ\text{C}$.

Метод измерения

Гравиметрический метод определения массовой концентрации сухого остатка основан на взвешивании высушенного при температуре 105°C остатка, полученного при выпаривании аликвотной части отфильтрованной пробы исследуемой воды.

Отбор и хранение проб

Пробы воды для определения сухого остатка (объемом не менее 500 см^3) помещают в стеклянную или полиэтиленовую посуду, предварительно ополоснув отбираемой водой.

Пробу воды анализируют в день отбора, не консервируют.

Средства измерений, посуда

1. Весы лабораторные 2-го класса точности.
2. Цилиндры мерные вместимостью 50 см³, 100 см³, 250 см³, 500 см³, 1 дм³.
3. Чашки выпаривательные.
4. Эксикатор.
5. Шкаф сушильный общелабораторного назначения.
6. Баня водяная.
7. Бутыли с притертыми или винтовыми пробками вместимостью 500-1000 см³ для отбора и хранения проб.

Реактивы и материалы

1. Фильтры обеззоленные «белая лента».
2. Вода дистиллированная.
3. Силикагель технический.

Подготовка к выполнению измерений

Пустые пронумерованные чашки выдерживают в сушильном шкафу при температуре 105±2 °С до постоянной массы, охлаждают в эксикаторе, взвешивают.

Выполнение измерений

Профильтрованную через бумажный фильтр «белая лента» аликвотную часть пробы воды (согласно таблице 1), помещают в предварительно взвешенную фарфоровую чашку и выпаривают на водяной бане досуха. Чашку наполняют не более чем на $\frac{3}{4}$ объема.

Таблица 1

Диапазон массовой концентрации сухого остатка, мг/дм ³	Объем аликвотной части пробы, см ³
от 50 до 500 включ.	100
св. 500 до 1000 включ.	50

св. 1000 до 10000 включ.	25
--------------------------	----

После выпаривания внешнюю поверхность чашки вытирают и помещают в сушильный шкаф, нагретый до 105 ± 2 °С на 3 часа, охлаждают в эксикаторе, взвешивают. Высушивание, охлаждение в эксикаторе и взвешивание повторяют до достижения постоянной массы.

Одновременно выполняют два параллельных измерения массовой концентрации сухого остатка.

Вычисление и оформление результатов измерений

Вычисление результатов измерений массовой концентрации сухого остатка

Массовую концентрацию сухого остатка X , мг/дм³, вычисляют по формуле:

$$X = (m_1 - m_2) \cdot 1000 / V,$$

где m_1 - масса чашки с высушенным остатком, мг;

m_2 - масса пустой чашки, мг;

V - объём аликвоты пробы воды, см³.

Оформление результатов

Результат измерений массовой концентрации сухого остатка представляют в виде:

$$\bar{X} \pm \Delta, \text{ мг/дм}^3,$$

где \bar{X} - среднее арифметическое значение двух результатов измерений, разность между которыми не превышает величину $(X_1 - X_2) < d$ (см. табл. 2);

$\pm \Delta$ - граница погрешности при вероятности $P = 0,95$, мг/дм³ (см. табл. 1).

Таблица 2

Диапазон измерений массовой концентрации сухого остатка, мг/дм ³	Норматив оперативного контроля сходимости d , мг/дм ³	Показатель точности $\pm \Delta$, мг/дм ³
---	--	---

от 50 до 200 включ.	$0,22 \cdot \ddot{X}$	$0,19 \cdot \ddot{X}$
св. 200 до 5000 включ.	$0,10 \cdot \ddot{X}$	$0,09 \cdot \ddot{X}$
св. 5000 до 25000 включ.	$0,04 \cdot \ddot{X}$	$0,05 \cdot \ddot{X}$

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

Определение ионов аммония

Аммоний-ион (NH_4^+) - в природных водах накапливается при растворении в воде газа - аммиака (NH_3), образующегося при биохимическом распаде азотсодержащих органических соединений. Растворенный аммиак поступает в водоём с поверхностным и подземным стоком, атмосферными осадками, а также со сточными водами. В природе образуется при разложении азотсодержащих органических соединений. Является загрязнителем как природных, так и промышленных вод.

Сезонные колебания концентрации ионов аммония характеризуется понижением весной, в период интенсивного развития фитопланктона, повышением летом при усилении процессов бактериального разложения органического вещества в периоды отмирания водных организмов. В осенне-зимний период повышенное содержание ионов аммония связано с продолжающейся минерализацией органических веществ в условиях слабого потребления фитопланктоном.

Повышенная концентрация ионов аммония может быть использована в качестве индикаторного показателя, отражающего ухудшение санитарного состояния водного объекта, процесс загрязнения поверхностных и подземных вод, в первую очередь, бытовыми и сельскохозяйственными стоками.

Метод измерения

Фотометрический метод определения ионов аммония основан на взаимодействии аммиака в щелочной среде с тетраиодомеркуриатом калия. В результате образуется тетраиодомеркуриат аммония, окрашивающий раствор

в зависимости от количества аммонийного азота от желтого до красно-бурого цвета.

Отбор и хранение проб

Пробы воды для определения ионов аммония (объемом не менее 500 см³) помещают в стеклянную или полиэтиленовую посуду, предварительно ополоснув отбираемой водой.

Если определение ионов аммония не производят в день отбора пробы, то пробу консервируют добавлением 1 см³ концентрированной серной кислоты на 1 дм³ воды. Консервированная проба хранится в холодильнике не более 2 суток.

Средства измерений, посуда

1. Фотометр.
2. рН-метр.
3. Весы лабораторные 2-го класса точности.
4. Колбы мерные вместимостью 50 см³, 100 см³, 500 см³, 1000 см³.
5. Колбы плоскодонные вместимостью 500 см³.
6. Пипетки градуированные 2 класса точности вместимостью 1 см³, 2 см³, 5 см³, 10 см³.
7. Пипетки с одной меткой 2 класса точности вместимостью 5 см³, 25 см³, 50 см³.
8. Стаканчики для взвешивания (бюксы).
9. Аппарат для обыкновенной перегонки (колба круглодонная термостойкая вместимостью 500 см³, каплеуловитель с отводом, холодильник с прямой трубкой и колба плоскодонная вместимостью 400 см³).
10. Воронка лабораторная стеклянная для фильтрования диаметром 56 мм.
11. Стаканы химические термостойкие вместимостью 100 см³, 2000 см³.

12. Посуда полиэтиленовая или стеклянная для хранения проб и реактивов с притертыми и завинчивающимися пробками вместимостью 500-1000 см³.

13. Плитка электрическая.

14. Колбонагреватель.

15. Холодильник.

Реактивы и материалы

1. Государственный стандартный образец состава водного раствора ионов аммония (ГСО).

2. Реактив Несслера.

3. Калий-натрий виннокислый 4-водный (сегнетова соль).

4. Калий фосфорнокислый однозамещенный.

5. Калий фосфорнокислый двузамещенный.

6. Натрия гидроокись.

7. Калия гидроокись.

8. Кислота борная.

9. Кислота серная концентрированная.

10. Фильтры бумажные обеззоленные «белая лента».

11. Вода дистиллированная.

Подготовка к выполнению измерений

Приготовление растворов и реактивов

1. Раствор сегнетовой соли.

50 г сегнетовой соли (калий-натрий виннокислый 4-х водный) помещают в стакан, растворяют в небольшом количестве безаммиачной воды, переносят в мерную колбу вместимостью 100 см³, доводят до метки безаммиачной водой, прибавляют 0,2-0,5 см³ реактива Несслера. Раствор применяют после осветления.

2. Буферный раствор pH 7,4.

14,3 г калия фосфорнокислого однозамещенного и 68,8 г калия фосфорнокислого двузамещенного помещают в стакан, растворяют в

небольшом количестве безаммиачной воды, переносят в мерную колбу на 1000 см^3 , доводят до метки безаммиачной водой.

3. Поглощающий раствор.

40 г борной кислоты помещают в стакан, растворяют в небольшом количестве безаммиачной воды, переносят в мерную колбу на 100 см^3 и доводят до метки безаммиачной водой.

4. Раствор гидроксида натрия и карбоната натрия, 1,5%.

1,5 г гидроксида натрия и 1,5 г карбоната натрия растворяют в 100 см^3 дистиллированной воды. Хранят в полиэтиленовой посуде.

4. Безаммиачная вода.

К 1 дм^3 дистиллированной воды добавляют 1 см^3 1,5% раствора гидроксида натрия и карбоната натрия. Кипятят в открытом стакане до уменьшения объема вдвое. Полученную воду проверяют на наличие аммиака реактивом Несслера и используют для приготовления реактивов и разбавления проб. Хранят в плотно закрытой полиэтиленовой посуде.

Приготовление градуировочных растворов

Градуировочные растворы готовят из ГСО с концентрацией ионов аммония $1,0\text{ мг/см}^3$.

Для приготовления градуировочного раствора № 1 вскрывают ампулу ГСО и отбирают $5,0\text{ см}^3$ образца пипеткой с одной меткой вместимостью 5 см^3 и переносят в мерную колбу вместимостью 50 см^3 . Объем в колбе доводят до метки безаммиачной водой и перемешивают. Массовая концентрация ионов аммония в градуировочном растворе № 1 составляет $0,1\text{ мг/см}^3$. Раствор хранят в плотно закрытой склянке из темного стекла.

Для приготовления градуировочного раствора № 2 пипеткой с одной меткой отбирают $5,0\text{ см}^3$ градуировочного раствора № 1, помещают его в мерную колбу вместимостью 100 см^3 и доводят до метки безаммиачной водой. Массовая концентрация ионов аммония в градуировочном растворе № 2 составляет $0,005\text{ мг/см}^3$.

Построение калибровочного графика

В мерные колбы вместимостью 50 см³ градуированными пипетками вместимостью 1, 2, 5, 10 см³ вносят 0; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0; ... 40,0 см³ градуировочного раствора № 2. Объемы в колбах доводят до метки безаммиачной водой. Массовые концентрации ионов аммония в полученных образцах равны соответственно 0; 0,0025; 0,005; 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; ... 0,2 мг NH₄⁺.

К полученным растворам прибавляют 1-2 капли раствора сегнетовой соли, смесь тщательно перемешивают. Затем добавляют 1 см³ реактива Несслера и снова перемешивают. Через 10 минут раствор фотометрируют при длине волны 425 нм в кюветах с толщиной поглощающего слоя 5 см (для растворов с содержанием 0,0-0,03 мг NH₄⁺) и 1 см (для растворов с содержанием 0,03-0,2 мг NH₄⁺) относительно дистиллированной воды. Для каждой точки градуировочной зависимости определение проводят дважды.

Одновременно с обработкой градуировочных растворов проводят холостой опыт с безаммиачной водой. Измерение оптической плотности холостого опыта проводят также в обеих кюветах. Среднее значение оптической плотности холостого опыта вычитают из усредненной оптической плотности растворов, содержащих ионы аммония.

Строят график зависимости оптической плотности от массовой концентрации ионов аммония для каждого диапазона измерений.

Выполнение измерений

В колбу для отгона помещают 400 см³ анализируемой пробы воды предварительно профильтрованной через бумажный фильтр «белая лента». Приливают 25 см³ буферного раствора (рН 7,4). В приемник наливают 50 см³ поглощающего раствора и устанавливают объем жидкости так, чтобы конец холодильника был погружен в нее, добавляя при необходимости безаммиачную воду. Отгоняют 300 см³ жидкости. После отгонки пробу из колбы-приемника переносят в мерную колбу вместимостью 500 см³, промывают трубку холодильника и колбу-приемник небольшим количеством безаммиачной воды и присоединяют промывную воду к пробе. Измеряют рН

полученного отгона (по рН-метру) и при необходимости доводят рН раствора до 6,0, затем разбавляют до метки безаммиачной водой и перемешивают. Далее отбирают 50 см³ отгона в мерную колбу и проводят определение ионов аммония, как указано в пункте 5.3. При измерении оптической плотности используют кюветы толщиной поглощающего слоя 1 см или 5 см в зависимости от содержания ионов аммония в растворе.

При анализе пробы воды выполняют не менее двух параллельных определений.

Одновременно выполняют два параллельных измерения оптической плотности холостых проб с безаммиачной водой.

Вычисление и оформление результатов измерений

Вычисление результатов измерений массовой концентрации ионов аммония

1. Значение оптической плотности E_x , соответствующее концентрации ионов аммония в анализируемой аликвоте пробы определяют по формуле:

$$E_x = E_1 - E_2,$$

где E_1 - значение оптической плотности анализируемой аликвоты пробы, полученное в ходе определения;

E_2 - среднее арифметическое значение оптической плотности холостой пробы.

2. Согласно полученному значению оптической плотности по градуировочной зависимости находят массовую концентрацию ионов аммония в анализируемой аликвоте X , мг.

Массовую концентрацию ионов аммония в анализируемой пробе воды X' , мг/дм³, рассчитывают по формуле:

$$X' = X \cdot 1000 \cdot n / V,$$

где X - содержание ионов аммония, найденное по калибровочному графику, мг;

V - объем пробы, взятой для анализа, см³;

$n=10$ - при определении с предварительной отгонкой (т.к. для анализа используется 1/10 отгона).

Оформление результатов

Результат измерений массовой концентрации ионов аммония представляют в виде:

$$\bar{X} \pm \Delta, \text{ мг/дм}^3,$$

где \bar{X} - среднее арифметическое значение двух результатов измерений, разность между которыми не превышает величину $(X_1' - X_2') \leq r \cdot (X_1' + X_2') / 200$ (см. табл. 1);

$\pm \Delta$ - граница погрешности при вероятности $P = 0,95$, мг/дм³ (см. табл. 1).

Таблица 1

Диапазон измерений массовой концентрации ионов аммония, мг/дм ³	Предел повторяемости r , %	Показатель точности $\pm \Delta$, мг/дм ³
от 0,05 до 0,10 включ.	36	$0,39 \cdot \bar{X}$
св. 0,10 до 1,0 включ.	28	$0,35 \cdot \bar{X}$
св. 1,0 до 4,0 включ.	20	$0,21 \cdot \bar{X}$

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

Определение нитрат-ионов

Нитраты - соли азотной кислоты HNO_3 , твердые, хорошо растворимые в воде вещества.

Присутствие нитратных ионов в природных водах связано с:

- внутриводоемными процессами нитрификации аммонийных ионов в присутствии кислорода под действием нитрифицирующих бактерий;
- атмосферными осадками, которые поглощают образующиеся при атмосферных электрических разрядах оксиды азота;

- промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами;
- стоком с сельскохозяйственных угодий и со сбросными водами с орошаемых полей, на которых применяются азотные удобрения.

Высокое содержание нитратов в природных водах небезопасно. Так, их накопление в открытых водоемах приводит к росту водорослей и бактерий, что влечет за собой уменьшение содержания растворенного в воде кислорода и гибели водной фауны.

Нитраты являются конечным продуктом минерализации органических азотсодержащих веществ, их содержание в воде значительно превышает содержание аммонийного и нитритного азота.

В незагрязненных поверхностных водах концентрация нитрат-ионов не превышает величины порядка десятков микрограммов в литре (в пересчете на азот). С нарастанием эвтрофикации абсолютная концентрация нитратного азота и его доля в сумме минерального азота возрастают.

Концентрация нитратов в поверхностных водах подвержена заметным сезонным колебаниям: минимальная в вегетационный период, она увеличивается осенью и достигает максимума зимой, когда при минимальном потреблении азота происходит разложение органических веществ и переход азота из органических форм в минеральные. Амплитуда сезонных колебаний может служить одним из показателей эвтрофирования водного объекта.

Метод измерения

Фотометрический метод определения основан на взаимодействии нитрат-ионов с салициловой кислотой с образованием желтого комплексного соединения.

Отбор и хранение проб

Пробы воды для определения нитратов помещают в стеклянную или полиэтиленовую посуду.

Если определение нитратов не производят в день отбора пробы, то пробу консервируют добавлением 1 см³ концентрированной серной кислоты

на 1 дм³ воды. Консервированная проба хранится в холодильнике не более 2 суток.

Средства измерений, посуда

1. Фотометр.
2. Пипетки градуированные 2 класса точности вместимостью 1 см³, 2 см³, 5 см³, 10 см³.
3. Колбы мерные вместимостью 50 см³, 100 см³, 1000 см³.
4. Стаканы химические термостойкие вместимостью 100 см³, 1000 см³.
5. Пробирки колориметрические вместимостью 10 см³.
6. Чашки выпарные фарфоровые.
7. Баня водяная.
8. Посуда полиэтиленовая или стеклянная для хранения проб с завинчивающимися пробками вместимостью 500-1000 см³.
9. Весы лабораторные 2-го класса точности.
10. Стаканчики для взвешивания (бюксы).

Реактивы и материалы

1. Фильтры бумажные обеззоленные «синяя лента».
2. Спирт этиловый.
3. Салициловая кислота.
4. Кислота серная концентрированная.
5. Натрия гидроокись.
6. Калий-натрий виннокислый 4-водный (сегнетова соль).
7. Вода дистиллированная.
8. Государственный стандартный образец состава водного раствора нитрат-ионов (ГСО).

Подготовка к выполнению измерений

Приготовление растворов и реактивов

1. Раствор салициловой кислоты.
1 г салициловой кислоты помещают в стакан вместимостью 100 см³, растворяют в 50 см³ этилового спирта, переносят в мерную колбу

вместимостью 100 см^3 , доводят до метки спиртом. Раствор хранению не подлежит.

2. Раствор гидроксида натрия и сегнетовой соли.

400 г гидроксида натрия и 60 г сегнетовой соли помещают стакан вместимостью 1000 см^3 , растворяют в 500 см^3 дистиллированной воды, охлаждают, фильтруют через тонкий слой ваты и переносят в мерную колбу вместимостью 1000 см^3 .

Приготовление градуировочных растворов

Градуировочные растворы готовят из ГСО с массовой концентрацией нитрат-ионов $1,0\text{ г/дм}^3$.

Для приготовления градуировочного раствора № 1 вскрывают ампулу ГСО и отбирают $5,0\text{ см}^3$ образца с помощью градуированной пипетки вместимостью 5 см^3 и переносят в мерную колбу вместимостью 50 см^3 . Объем в колбе доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают. Массовая концентрация нитрат-ионов в градуировочном растворе № 1 составляет 100 мг/дм^3 . Раствор хранят в плотно закрытой темной склянке в течение 3 месяцев.

Для приготовления градуировочного раствора № 2 пипеткой с одной меткой отбирают 10 см^3 градуировочного раствора № 1 и переносят в мерную колбу вместимостью 100 см^3 . Объем в колбе доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают. Массовая концентрация нитрат-ионов в градуировочном растворе № 2 составляет $10,0\text{ мг/дм}^3$. Раствор хранению не подлежит.

Построение калибровочного графика

В 6 колориметрических пробирок вместимостью 10 см^3 градуированными пипетками вместимостью $1, 2, 5, 10\text{ см}^3$ вносят $0; 0,1; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 10,0\text{ см}^3$ градуировочного раствора № 2. Объемы в пробирках доводят до метки дистиллированной водой. Массовые концентрации нитрат-ионов в полученных образцах равны соответственно $0; 0,1; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 10,0\text{ мг/дм}^3$.

Содержимое каждой пробирки полностью переносят в фарфоровые чашки и далее выполняют определение в соответствии с пунктом 6.

Одновременно с обработкой градуировочных растворов проводят холостой опыт с дистиллированной водой.

Для каждой точки градуировочной зависимости определение проводят дважды. Среднее значение оптической плотности холостого опыта вычитают из усредненной оптической плотности растворов, содержащих нитрат-ионы.

Строят график зависимости оптической плотности от массовой концентрации нитрат-ионов.

Выполнение измерений

Анализируемую пробу фильтруют через бумажный фильтр «синяя лента». 10 см³ фильтрата помещают в фарфоровую чашку, добавляют 2 см³ раствора салициловой кислоты и выпаривают на водяной бане досуха. После охлаждения сухой остаток смешивают с 2 см³ серной кислоты и оставляют на 10 минут. Содержимое чашки разбавляют 10-15 см³ дистиллированной воды, приливают 15 см³ раствора гидроксида натрия и сегнетовой соли, переносят в мерную колбу вместимостью 50 см³, смывая стенки чашки дистиллированной водой, охлаждают до комнатной температуры доводят дистиллированной водой до метки и полученный окрашенный раствор сразу фотометрируют при длине волны 410 нм в кюветах с толщиной поглощающего слоя 2 см относительно дистиллированной воды. При анализе пробы воды выполняют не менее двух параллельных определений.

Одновременно выполняют два параллельных измерения оптической плотности холостых проб с дистиллированной воды.

Для каждой пробы в дополнение к холостому опыту выполняют измерение собственного поглощения анализируемой воды, обработанной аналогично пробе, но без добавления салициловой кислоты.

Вычисление и оформление результатов измерений

Вычисление результатов измерений массовой концентрации нитрат-ионов

1. Значение оптической плотности E_x , соответствующее концентрации нитрат-ионов в пробе воды определяют по формуле:

$$E_x = E_1 - E_2 - E_3,$$

где E_1 - значение оптической плотности анализируемой пробы, в которую добавлена салициловая кислота;

E_2 - значение собственной оптической плотности анализируемой воды;

E_3 - среднее арифметическое значение оптической плотности холостой пробы.

2. Согласно полученному значению оптической плотности по градуировочной зависимости находят массовую концентрацию нитрат-ионов X , мг/дм³.

Оформление результатов

Результат измерений массовой концентрации нитрат-ионов представляют в виде:

$$\bar{X} \pm \Delta, \text{ мг/дм}^3,$$

где \bar{X} - среднее арифметическое значение двух результатов измерений, разность между которыми не превышает величину $(X_1 - X_2) < d$ (см. табл. 1);

$\pm \Delta$ - граница погрешности при вероятности $P = 0,95$, мг/дм³ (см. табл. 1).

Таблица 1

Диапазон измерений массовой концентрации нитрат-ионов, мг/дм ³	Норматив оперативного контроля сходимости d , мг/дм ³	Показатель точности $\pm \Delta$, мг/дм ³
Природные воды		
от 0,1 до 3,0 включ.	$0,14 \cdot \bar{X}$	$0,18 \cdot \bar{X}$
св. 3,0 до 10,0 включ.	$0,09 \cdot \bar{X}$	$0,12 \cdot \bar{X}$
Очищенные сточные воды		
от 0,1 до 3,0 включ.	$0,37 \cdot \bar{X}$	$0,26 \cdot \bar{X}$

св. 3,0 до 10,0 включ.	$0,23 \cdot \ddot{X}$	$0,19 \cdot \ddot{X}$
------------------------	-----------------------	-----------------------

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6

Определение массовой концентрации фосфатов и полифосфатов

Фосфор относится к числу биогенных элементов, имеющих особое значение для развития жизни в водных объектах. Соединения фосфора встречаются во всех живых организмах. Они регулируют энергетические процессы клеточного обмена. При отсутствии соединений фосфора в воде рост и развитие водной растительности прекращается, однако избыток их также приводит к негативным последствиям, вызывая процессы эвтрофирования водного объекта и ухудшения качества воды.

Соединения фосфора попадают в природные воды в результате жизнедеятельности и посмертного распада водных организмов, выветривания и растворения пород, содержащих фосфаты, обмена с донными осадками, поступления с поверхности водосбора, а также с бытовыми и промышленными сточными водами.

Неорганические соединения фосфора в природных водах представлены в виде ортофосфатов и полифосфатов. Сумму неорганических соединений фосфора обозначают термином «фосфор минеральный». Термин «фосфаты» применяют обычно к ортофосфатам.

В водах соединения фосфора, как минеральные, так и органические могут присутствовать в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии. Когда анализируют фильтрованную пробу, определяют растворенные формы, в противном случае – суммарное содержание. Содержание взвешенных соединений фосфора находят по разности.

Концентрация фосфатов в воде подвержена сезонным колебаниям, поскольку она зависит от интенсивности процессов фотосинтеза и биохимического разложения органических веществ. Минимальные концентрации соединений фосфора наблюдаются весной и летом,

максимальные – осенью и зимой. Уменьшение содержания фосфатов в воде связано с потреблением его водными организмами, а также переходом в донные отложения при образовании нерастворимых форм фосфатов.

Метод измерения

Определение растворенных фосфатов (ортофосфатов) осуществляется по реакции с молибдатом аммония и аскорбиновой кислоты с образованием молибденовой сини в исходной водной пробе.

Для определения полифосфатов их предварительно переводят в ортофосфаты кипячением с серной кислотой. В полученном растворе находят сумму орто- и полифосфатов (фосфор минеральный). Полифосфаты определяют по разности между содержанием ортофосфатов в исходной пробе и в пробе после кипячения.

Отбор и хранение проб

Пробы для определения фосфатов помещают в стеклянную посуду. Полиэтиленовая посуда допускается только при консервации проб замораживанием.

Определение соединений фосфора в пробе воды должно быть проведено в течение 4 ч после отбора. При невозможности выполнения анализа пробу консервируют и хранят при температуре 3-5 °С не более 3 дней. Консервацию пробы осуществляют, добавляя 2-4 см³ хлороформа на 1 дм³ воды.

Средства измерений, посуда

1. Фотометр или спектрофотометр.
2. Весы лабораторные 2-го класса точности.
3. Пипетки градуированные 2 класса точности вместимостью 1 см³, 2 см³, 5 см³, 10 см³.
4. Пипетки с одной меткой 2 класса точности вместимостью 5 см³, 10 см³, 20 см³, 25 см³, 100 см³.
5. Цилиндры мерные вместимостью 25 см³, 50 см³, 100 см³, 250 см³, 500 см³.

6. Воронки лабораторные диаметром 56 мм.
7. Колбы конические вместимостью 100 см³, 500 см³.
8. Колбы конические термостойкие вместимостью 250 см³.
9. Стаканы химические термостойкие вместимостью 100 см³, 250 см³, 500 см³, 1000 см³.
10. Стаканчики для взвешивания (бюксы).
11. Капельница.
12. Плитка электрическая.
13. Палочка стеклянная.
14. Устройство для фильтрования проб.
15. Часовые стекла.

Реактивы и материалы

1. Государственный стандартный образец состава раствора фосфат-ионов (ГСО).
2. Аммоний молибденовокислый (молибдат аммония).
3. Аскорбиновая кислота фармакопейная.
4. Калий сурьмяно-виннокислый (антимонилтартрат).
5. Натрия гидроокись (гидроксид натрия).
6. Кислота серная концентрированная.
7. Фенолфталеин, индикатор.
8. Кальций хлористый, безводный (хлорид кальция).
9. Фильтры бумажные обеззоленные «белая лента».
10. Фильтры мембранные 0,45 мкм.
 11. Спирт этиловый.
 12. Вода дистиллированная.
 13. Хлороформ.

Подготовка к выполнению измерений

Приготовление растворов и реактивов

1. Раствор молибдата аммония.

20 г молибдата аммония растворяют в 500 см³ теплой дистиллированной воды, фильтруют через бумажный фильтр «белая лента». Хранят раствор в темной склянке.

2. Раствор серной кислоты, 34%-ный.

170 см³ концентрированной серной кислоты осторожно при непрерывном перемешивании приливают к 370 см³ дистиллированной воды. После охлаждения раствор переносят в толстостенную склянку.

3. Раствор серной кислоты, 2,5 моль/дм³.

70 см³ кислоты осторожно приливают к 440 см³ дистиллированной воды, непрерывно перемешивания смесь. Раствор применяют после охлаждения.

4. Раствор аскорбиновой кислоты.

1,76 г аскорбиновой кислоты растворяют в 100 см³ дистиллированной воды. Раствор используют в течение 5 день при условии хранения в холодильнике.

5. Раствор антимоилтартрат калия.

0,274 г антимоилтартрат калия растворяют в 100 см³ дистиллированной воды. Раствор хранят в темной склянке до появления белого хлопьевидного осадка.

6. Смешанный реактив.

125 см³ раствора серной кислоты, 2,5 моль/дм³, смешивают с 37,5 см³ раствора молибдата аммония, добавляют 75 см³ раствора аскорбиновой кислоты и 12,5 см³ раствора антимоилтартрата калия. Тщательно перемешивают. Раствор хранят не более суток.

7. Раствор для компенсации собственной оптической плотности воды, обусловленной цветностью или мутностью.

42 см³ раствора серной кислоты, 2,5 моль/дм³, смешивают с 17 см³ дистиллированной воды и 25 см³ раствора аскорбиновой кислоты. Тщательно перемешивают. Раствор хранят не более суток.

8. Раствор гидроксида натрия.

25 г гидроксида натрия растворяют в 225 см³ дистиллированной воды. Хранят в полиэтиленовой посуде с плотно закрывающейся пробкой.

9. Раствор фенолфталеина, 1%-ый.

0,4 г фенолфталеина растворяют в 50 см³ этилового спирта. Хранят в темной плотно закрытой склянке.

Приготовление градуировочных растворов

Градуировочные растворы готовят из ГСО с массовой концентрацией ортофосфатов 0,5 мг/дм³.

Для приготовления градуировочного раствора № 1 вскрывают ампулу ГСО и отбирают 4,9 см³ образца с помощью градуированной пипетки вместимостью 5 см³ и переносят в мерную колбу вместимостью 100 см³. Объем в колбе доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают. Массовая концентрация фосфора в градуировочном растворе № 1 составляет 7,99 мг/дм³. Раствор хранят в плотно закрытой склянке в холодильнике не более 2-х недель.

Для приготовления градуировочного раствора № 2 пипеткой с одной меткой отбирают 25 см³ градуировочного раствора № 1 и переносят в мерную колбу вместимостью 200 см³. Объем в колбе доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают. Массовая концентрация фосфора в градуировочном растворе № 2 составляет 1,0 мг/дм³. Раствор хранению не подлежит.

Построение калибровочного графика

В мерные колбы вместимостью 50 см³ градуированными пипетками вместимостью 1, 2, 5, 10 см³ вносят 0; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 см³ градуировочного раствора № 2. Объемы в колбах доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают. Массовые концентрации фосфора в полученных образцах равны соответственно 0; 0,010; 0,020; 0,040; 0,060; 0,080; 0,120; 0,160; 0,200 мг/дм³.

Содержимое каждой колбы полностью переносят в сухие конические колбы вместимостью 100 см^3 и далее выполняют определение в соответствии с пунктом 6.1.

Для каждой точки градуировочной зависимости определение проводят дважды. Среднее значение оптической плотности холостого опыта вычитают из усредненной оптической плотности растворов, содержащих фосфаты.

Строят график зависимости оптической плотности от массовой концентрации фосфатов.

Выполнение измерений

Выполнение измерений при отсутствии мешающих влияний

Мерным цилиндром вместимостью 50 см^3 отмеривают две аликвоты отфильтрованной воды объемом 50 см^3 и помещают в две конические колбы вместимостью 100 см^3 , добавляют в каждую 10 см^3 смешанного реактива и перемешивают. Через 10-15 минут измеряют оптическую плотность на спектрофотометре при длине волны 882 нм или на фотометре при длине волны 670-750 нм в кювете с толщиной слоя 5 см относительно дистиллированной воды. Одновременно выполняют два параллельных измерения оптической плотности холостых проб, в качестве которых используют 50 см^3 дистиллированной воды.

Если оптическая плотность пробы выше оптической плотности последней точки градуировочного графика, то исходную пробу воды предварительно разбавляют дистиллированной водой и повторяют определение.

Устранение мешающих влияний

Если проба воды окрашена или слегка мутная отдельно измеряют оптическую плотность пробы, к которой вместо смешанного реактива добавлено 10 см^3 раствора для компенсации собственной оптической плотности воды. При разбавлении анализируемой пробы, собственную оптическую плотность следует учитывать также для воды, разбавленной в той же пропорции.

Выполнение измерений массовой концентрации фосфора минерального

Для определения растворенного фосфора минерального в термостойкую коническую колбу вместимостью 250 см³ отбирают 100 см отфильтрованной анализируемой пробы, прибавляют 2 см³ 34%-ного раствора серной кислоты. Колбу накрывают часовым стеклом и кипятят на слабо нагретой электроплите 30 минут.

После охлаждения добавляют 1-2 капли раствора фенолфталеина и нейтрализуют раствором гидроксида натрия до появления бледно-розовой окраски индикатора. Переносят пробу в колбу вместимостью 100 см³, доводят до метки дистиллированной водой, перемешивают. При появлении осадка пробу фильтруют через фильтр «белая лента», первую порцию фильтрата отбрасывают. Отбирают 50 см³ пробы в коническую колбу вместимостью 100 см³ и определяют фосфаты согласно пункта 6.1. Для каждой пробы выполняют два параллельных измерения.

Вычисление и оформление результатов измерений

Вычисление результатов измерений массовой концентрации фосфатов и фосфора минерального

1. Значение оптической плотности E_x , соответствующее концентрации фосфатов или фосфора минерального в пробе воды определяют по формуле:

$$E_x = E_1 - E_2 - E_3,$$

где E_1 - значение оптической плотности анализируемой пробы, в которую добавлен смешанный реактив;

E_2 - значение собственной оптической плотности анализируемой воды;

E_3 - среднее арифметическое значение оптической плотности холостой пробы.

2. Согласно полученному значению оптической плотности по градуировочной зависимости находят массовую концентрацию фосфатов X или фосфора минерального $X'_{\text{ф.м}}$, мг/дм³.

Массовую концентрацию полифосфатов рассчитывают по формуле:

$$X'_{п.м} = X'_{ф.м} - X'$$

Результат измерений массовой концентрации фосфора минерального, фосфатов и полифосфатов представляют в виде:

$$\ddot{X} \pm \Delta, \text{ мг/дм}^3,$$

где \ddot{X} - среднее арифметическое значение двух результатов измерений, разность между которыми не превышает величину $2,77 \cdot b_r$ (см. табл. 1);

$\pm \Delta$ - граница погрешности при вероятности $P = 0,95$, мг/дм³ (см. табл. 1).

Таблица 1

Диапазон измерений массовой концентрации фосфора, мг/дм ³	Показатель повторяемости b_r , мг/дм ³	Показатель точности $\pm \Delta$, мг/дм ³
Фосфаты		
от 0,01 до 0,2 включ.	0,001	$0,002 + 0,092 \cdot \ddot{X}$
Фосфор минеральный		
от 0,01 до 0,125 включ.	$0,058 \cdot \ddot{X}$	$0,002 + 0,092 \cdot \ddot{X}$
св. 0,125 до 0,2 включ.	0,008	0,03

11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (учебного курса)

11.1. Обязательная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Количество в библиотеке
1.	Дмитренко В. П. Экологическая безопасность в техносфере [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. П. Дмитренко, Е. В. Сотникова, Д. А. Кривошеин. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 524 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2099-5.	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
2.	Гордиенко В.А. Экология [Электронный ресурс] : базовый курс для студентов небиологических специальностей / В. А. Гордиенко, К. В. Показеев, М. В. Старкова. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 633 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1523-6.	Учебное пособие	ЭБС "Лань"
3.	Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. А. Чеснокова [и др.] ; Ивановский гос. хим.-технол. ун-т. - Иваново : ИГХТУ, 2014. - 170 с. : ил. - ISBN 978-5-9616-0480-1.	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
4.	Сотникова Е.В. Техносферная токсикология [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. В. Сотникова, В. П. Дмитренко. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 432 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1329-4.	Учебное пособие	ЭБС "Лань"

11.2 Дополнительная литература и учебные материалы (аудио-, видео-пособия и др.)

- фонд научной библиотеки ТГУ:

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видео-пособия и др.)	Количество в библиотеке
1	Ершов Г. Л. Основы экологического мониторинга : учеб. пособие для студентов и аспирантов вузов, обуч. по направлениям 05.03.06 Экология и природопользование, 20.03.01 Техносферная безопасность / Г. Л. Ершов. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2016. - 239 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 233-237. - Прил.: с. 197-232. - ISBN 978-5-222-25671-8 : 549-82.	Учебное пособие	10
2	Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : учеб. для студентов вузов, обуч. по направлению "Экология и природопользование" / под ред. Я. Д. Вишнякова. - Гриф УМО. - Москва : Академия, 2015. - 368 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - Библиогр.: с. 304-313. - Прил.: с. 344-365. - ISBN 978-5-4468-1930-0 : 751-80.	учебник	4
3	Страхова Н. А. Экология и природопользование : учеб. пособие / Н. А. Страхова, Е. В. Омельченко. - Ростов н/Д : Феникс, 2007. - 253 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 250-253. - ISBN 978-5-222-12065-1 : 199-00. - 128-00.	Учебное пособие	4
4	Тихонова И. О. Мониторинг атмосферного воздуха : учеб. пособие / И. О. Тихонова, В. В. Тарасов, Н. Е. Кручинина. - Гриф МО. - М. : Форум, 2008. - 127 с. :	Учебное пособие	5

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видео-пособия и др.)	Количество в библиотеке
	ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 126. - На тит. л. авт.: В.В. Тарасов, И.О. Тихонова, Н.Е. Кручинина . - ISBN 978-5-91134-189-3 (ФОРУМ) : 80-30.		

- другие фонды:

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Место хранения (методический кабинет кафедры, городские библиотеки и др.)
1	Беспалова К.В. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Рациональное использование природных и сырьевых ресурсов в химической технологии и нефтехимии»	Учебно-методическое пособие	Методический кабинет кафедры

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки

(подпись)

А.М. Асаева

(И.О. Фамилия)

«___» _____ 20__ г.

МП

11.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

- WebofScience[Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016. – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus[Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Elibrary[Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- <https://doaj.org/> - ресурс, который обеспечивает доступ к полнотекстовым электронным журналам предназначен для поиска по названию статьи (журнала) или по теме. DOAJ ставит целью всестороннее освещение научной периодики, находящейся в открытом доступе и использующей определенные меры, гарантирующие достойное качество их содержания.
- <http://www.enveurope.com> - статьи журнала Environmental Sciences Europe, посвященного защите окружающей среды.
- <http://www.gjesm.net> - статьи журнала Global Journal of Environmental Science and Management, посвященного защите окружающей среды, промышленной экологии и управлению в этой области.
- <http://www.sciencedomain.org/archives.php?iid=1160&id=16> - архив рецензируемого журнала American Chemical Science Journal, посвященного общим вопросам химии в следующих предметных областях: органическая химия, неорганическая химия, физическая химия, промышленная химия, химическая технология, аналитическая химия, медицинская химия, супрамолекулярная химия высокомолекулярных соединений и нанохимия и др. прикладных дисциплинах химической науки.

11.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Количество лицензий	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	1398	- Windows (Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно).
2	Office Standart	1398	- Office Standart (Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия – бессрочно).

11.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м ²	Количество посадочных мест
1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-415)	Столы ученические, стулья ученические, доска аудиторная (меловая) , ПК , проектор, экран переносной , рабочий стол. письменный угловой стол, преподават. стол.	445667 Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н ул.Белорусская, д. 16А, позиция по ТП № 20	43,40	10
2	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория	Столы ученические трехместные (моноблок), моноблоки двухместные, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра	445667 Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н ул.Белорусская, д. 16А, позиция по ТП № 18	62,10	66

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-419)				
3	Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Г-401)	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет	445020 Самарская обл. г. Тольятти, ул. Белорусская, 14, позиция по ТП № 48	84,8	16