

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



**СОГЛАСОВАНО**  
Директор института  
магистратуры

И.В. Ярмоленко

«15» июня 2017 г.

МП

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор химико-технологического  
института

В.И. Павленко

«16» июня 2017 г.

МП

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**Оценка и контроль качества воды**

направление подготовки (специальность):

20.04.02 Природообустройство и водопользование

Профиль подготовки:

Водопользование и очистка сточных вод жилищно-коммунального  
хозяйства и промышленных предприятий

Квалификация  
магистр

Форма обучения  
Заочная

**Институт:** Химико-технологический

**Кафедра:** промышленной экологии


Белгород – 2017

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.04.02 – Природообустройство и водопользование (уровень магистратуры), утвержденного 30 марта 2015 г. № 296.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2017 г.


Составитель: канд. хим. наук, доцент  М.М. Латыпова

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
промышленной экологии

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  С.В. Свергузова


«06» июня 2017 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры промышленной  
экологии «06» июня 2017 г., протокол № 17

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  С.В. Свергузова

Рабочая программа одобрена методической комиссией  
химико-технологического института

«15» июня 2017 г., протокол № 10

Председатель: канд. техн. наук, доцент  Л.А. Порожнюк

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
<b>Общепрофессиональные</b>			
1	ОПК-5	Способность профессионально использовать современное научное и техническое оборудование и приборы, а также профессиональные компьютерные программные средства	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать:</b> современные оборудование и приборы контроля качества воды; <b>Уметь:</b> проводить анализ проб воды всех типов; <b>Владеть:</b> методами анализа и оценки качества эффективности технологических процессов по водоочистке и водоотведению помощью компьютерных средств.
<b>Профессиональные</b>			
2	ПК-5	Способность использовать знания водного и земельного законодательства и правил охраны водных земельных ресурсов для проверки их соблюдения при водопользовании, землепользовании и обустройстве природной среды	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать:</b> водное законодательство и правила охраны водных ресурсов для проверки их соблюдения при водопользовании, землепользовании и обустройстве природной среды; <b>Уметь:</b> использовать знания законодательства и правил охраны водных ресурсов для оценки качества воды. <b>Владеть:</b> методами анализа и оценки качества воды для проверки соблюдения законодательства при водопользовании и обустройстве природной среды

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Мониторинг природных объектов с техногенной нагрузкой
2	Проектирование систем водоснабжения и сооружений водоподготовки

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Управление водными ресурсами
2	Расчетные методы в оценке воздействия на окружающую среду

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины час	180	12	168
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	26	2	24
лекции	14	2	12
лабораторные			
практические	12		12
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	154	10	144
Курсовой проект			
Курсовая работа	36		36
Расчетно-графические задания			
Индивидуальное домашнее задание			
Другие виды самостоятельной работы	82	10	72
Форма промежуточная аттестация (экзамен)	36		36

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 2 Семестр 2,3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	Семестр 2. Установочная лекция.	2			10
	Семестр 3				

1.1	<b>Санитарно-химический контроль поверхностных и сточных вод.</b> Основные экотоксиканты, обязательные к определению по Российскому законодательству. Классификация органических соединений, присутствующих в природных водах по их воздействию на окружающую среду.	1			2
1.2	<b>Отбор проб воды.</b> Категории станций для районов водопользования. Термины и определения, используемые при отборе проб воды. Методики по отбору проб воды и донных отложений.	1	2		8
<b>2. Анализ проб воды</b>					
2.1	<b>Органолептические показатели питьевой, природной и сточных вод</b> Органолептические показатели в анализе вод. Определение цвета анализируемой воды по стандартным методикам. Определение мутности с использованием трубки и метода рассеивания излучения. Определение запаха сточных и природных вод. Определение вкуса питьевой воды.	1	1		6
2.2	<b>Физико-химические показатели природных и сточных вод.</b> Определение рН сточных и природных вод. Определение электропроводности сточных и природных вод.	2	1		10
2.3	<b>Показатели качества воды.</b> Определение жесткости воды. Определение жесткости атомно-абсорбционным методом. Определение щелочности титриметрическим методом сточных и природных вод. Определение растворенных газов в сточных водах. Контроль содержания растворенного кислорода в водах. Метод электрохимического датчика при определении растворенного кислорода в сточных и природных водах. Определение БПК сточных и природных вод. Определение общего хлора в сточных и поверхностных водах. Контроль содержания растворенного кислорода в природных и сточных водах. Определение общего азота в сточных и природных водах. Определение перманганатного индекса природных и сточных вод. Определение ХПК сточных и природных вод.	2	4		14
2.4	Устройства и приборы для автоматического стационарного и подвижного контроля природных и сточных вод промышленных предприятий.	2	2		15
<b>3. Новые методы анализа природных и сточных вод.</b>					
3.1	Электрохимические методы. Спектрофотометрические методы. Хроматографические методы. Газовая адсорбционная (ГХ) хроматография. Газовая распределительная (ГЖХ) хроматография. Жидкостная сорбционная (ЖЖХ, ВЭЖХ, ЖАХ) хроматография. Ионно-обменная хроматография. Молекулярно-ситовая хроматография. Плоскостная ЖЖХ, ЖАХ хроматография. Гибридные методы. Хромато-масс-спектрометрия. Сочетание газовой хроматографии с ИК-Фурье спектроскопией. Сочетание газовой хроматографии с ЯМР-спектроскопией.	3	2		17
	<b>ВСЕГО</b>	14	12		82

## 4.2.Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 2				
1	<b>Отбор проб воды.</b>	Особенности отбора сточных, морских, грунтовых вод.	2	2
2	<b>Органолептические показатели питьевой, природной и сточных вод</b>	1. Определение цвета анализируемой воды по стандартным методикам. 2. Определение мутности с использованием трубки и метода рассеивания излучения. 3. Определение запаха сточных и природных вод.	1	2
3	<b>Физико-химические показатели природных и сточных вод.</b>	1. Определение pH сточных и природных вод. 2. Определение электропроводности сточных и природных вод.	1	4
4	<b>Показатели качества воды.</b>	3. Определение жесткости воды. 4. Определение щелочности титриметрическим методом сточных и природных вод. 5. Контроль содержания растворенного кислорода в водах. Метод электрохимического датчика при определении растворенного кислорода в сточных и природных водах. 6. Определение БПК сточных и природных вод. 7. Определение общего хлора в сточных и поверхностных водах. 8. Определение общего азота в сточных и природных водах. 9. Определение перманганатного индекса природных и сточных вод. 10. Определение ХПК сточных и природных вод.	4	13
5	<b>Устройства и приборы для автоматического стационарного и подвижного контроля природных и сточных вод промышленных предприятий.</b>	Устройства и приборы для автоматического стационарного и подвижного контроля природных и сточных вод промышленных предприятий.	2	6
6	<b>Новые методы анализа природных и сточных вод</b>	Жидкостная сорбционная (ЖЖХ, ВЭЖХ, ЖАХ) хроматография. Ионо-обменная хроматография. Молекулярно-ситовая хроматография. Плоскостная ЖЖХ, ЖАХ хроматография.	2	7
ВСЕГО:			12	34

### 4.3.Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрены.

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1.Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	<b>Порядок проведения санитарно-химического анализа сточных и природных вод.Отбор проб воды.</b>	<p>Основные законодательные акты РФ, регулирующие вопросы контроля за состоянием водных объектов.</p> <p>Основные государственные структуры, обязанные проводить санитарно-химический контроль за состоянием водных объектов.Опишите систему контроля за состоянием водных объектов в Белгородской области.</p> <p>Требования, предъявляемые к месту установления створа на водном объекте. Показатели при проведении санитарно-химического контроля за состоянием водных объектов?</p> <p>Достоверность результатов аналитического контроля. В каких случаях и каким образом проводят арбитражные анализы.</p> <p>Основные требования к аналитической лаборатории.</p> <p>Процедура аккредитации лаборатории.</p> <p>Основные методики по отбору проб воды и донных отложений.</p> <p>Виды проб воды.</p> <p>Условия и правила отбора проб с поверхностных водных объектов.</p> <p>Условия и правила отбора проб подземных вод.</p> <p>Условия, правила и особенности отбора проб сточных вод.</p> <p>Основные нормативные документы по вопросам консервации и хранения проб воды.</p> <p>Основные требования к методам консервации и хранения проб воды.Требования к сосудам для хранения проб.</p> <p>Основные физические способы консервации проб воды.</p> <p>Основные химические способы хранения проб воды.</p> <p>Нормативы качества воды в России.</p> <p>Регламентация поясов ЗСО подземных источников питьевого водоснабжения.</p> <p>Регламентация поясов ЗСО поверхностных источников питьевого водоснабжения.</p> <p>Показатели качества воды поверхностных источников питьевого водоснабжения.</p> <p>Показатели качества воды подземных источников питьевого водоснабжения.</p> <p>Закон РФ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» о качестве питьевой воды.</p>
2	<b>Органолептические показатели питьевой, природной и сточных вод</b>	<p>Методика определения мутности природных вод (insity).</p> <p>Определение органолептических показателей. Изложите сущность методов.</p> <p>Определение вкуса и привкуса питьевой воды подземных и поверхностных источников качественно и по интенсивности.</p> <p>Определение цветности анализируемой воды.</p> <p>Определение запаха анализируемой воды.</p>

3	<b>Физико-химические показатели природных и сточных вод.</b>	<p><b>План наблюдений за качеством сточных и поверхностных вод в зоне влияния предприятия.</b></p> <p>Контроль температуры сбрасываемой воды в поверхностные водотоки и водосемы.</p> <p>Удельная электропроводность и рН как обобщающие характеристики качества воды и состояния водного объекта.</p>
4	<b>Показатели качества воды.</b>	<p>Оценка качества природной воды по гидрохимическим показателям.</p> <p>Перечислите и дайте определение интегральных показателей, характеризующих свойства воды.</p> <p>Нормативы качества воды для каких поверхностных водных объектов более жесткие? Ответ обоснуйте.</p> <p>Комплексная оценка загрязненности поверхностных вод.</p> <p>Коэффициенты загрязненности воды.</p> <p>Индексы загрязненности воды: общесанитарный индекс качества воды; комбинаторный индекс загрязненности воды.</p> <p>Охарактеризуйте различные подходы к классификации загрязненности или качества вод.</p> <p>Оценка загрязненности природных вод по гидробиологическим показателям.</p> <p>Виды определяемых показателей и периодичность отбора проб воды подземных и поверхностных источников питьевого водоснабжения.</p> <p>Кислотность и щелочность воды. Регламентация и методики определения.</p> <p>Кислотность и щелочность воды как обобщающие характеристики качества воды и состояния водного объекта.</p> <p>Методика определения сухого и прокаленного остатков.</p> <p>Жесткость воды. Виды жесткости. Методики определения.</p> <p>Методы определения железа общего. Мешающие вещества.</p> <p>Почему железо является биологически активным элементом?</p> <p>Какие виды сточных вод образуются на промышленных предприятиях?</p> <p>Какая последовательность анализа промышленных сточных вод?</p> <p>Какие показатели и анализ каких веществ и ионов проводят на первом этапе контроля качества воды?</p> <p>Какие показатели и анализ каких веществ и ионов проводят на втором этапе контроля качества воды?</p> <p>Какие показатели и анализ каких веществ и ионов проводят на третьем этапе контроля качества воды?</p> <p>Какие пункты должен содержать отчет по отбору проб бытовых и промышленных сточных вод?</p> <p>Основные методы используются для анализа содержания тяжелых металлов в сточных водах.</p> <p>Методика определения фосфатов в природных водах. Сущность. Мешающие вещества и способы устранения мешающего влияния.</p> <p>Методика определения сульфатов в природных водах. Сущность. Мешающие вещества и способы устранения мешающего влияния.</p> <p>Методика определения хлоридов в природных водах. Сущность. Мешающие вещества и способы устранения мешающего влияния.</p> <p>Методика определения фенольного индекса в природных водах. Сущность. Мешающие вещества и способы устранения мешающего влияния.</p> <p>Методика определения органического углерода в природных водах. Сущность. Мешающие вещества и способы устранения мешающего влияния.</p> <p>Методика определения общего фосфора в природных водах.</p>



		<p>Сущность. Мешающие вещества и способы устранения мешающего влияния.</p> <p>Методика определения ПАВ в природных водах. Сущность. Мешающие вещества и способы устранения мешающего влияния.</p> <p>Методика определения неионогенных ПАВ в природных водах. Сущность. Мешающие вещества и способы устранения мешающего влияния.</p> <p>Методика определения анионоактивных ПАВ в природных водах. Сущность. Мешающие вещества и способы устранения мешающего влияния.</p> <p>Методика определения взвешенных веществ в природных водах.</p> <p>Организация створов на поверхностных водных объектах.</p> <p>Особенности организации створов на водотоках, водоемах и водохранилищах.</p> <p>Методы отбора проб природных поверхностных и сточных вод.</p> <p>Методики отбора бентосных организмов, донных отложений.</p> <p>Методика определения БПК природных вод. Приготовление микробной воды при проведении анализа на БПК.</p> <p>Методика определения ПИ природных вод.</p> <p>Арбитражная методика определения ХПК сточных вод.</p>
5	<b>Устройства и приборы для автоматического стационарного и подвижного контроля природных и сточных вод промышленных предприятий.</b>	<p>МВИ. Необходимость создания и утверждения МВИ.</p> <p>Система для автоматического стационарного и подвижного контроля природных и сточных вод промышленных предприятий.</p> <p>Основное оборудование и приборы входят в состав системы для автоматического стационарного и подвижного контроля природных и сточных вод промышленных предприятий.</p> <p>Анализатор АМА-203.</p> <p>Преобразователи типов ДПг-4М и ДМ-5М</p> <p>Концентрагомеры, используемые в анализе сточных и оборотных вод.</p> <p>Анализаторы, используемые для анализа содержания взвешенных веществ в сточных и природных водах.</p> <p>Приборы-сигнализаторы, принцип их действия.</p>
6	<b>Новые методы анализа природных и сточных вод</b>	<p>Хроматографические методы анализа. Основные блоки, входящие в состав хроматографов.</p>

## 5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем

Унифицированная тема курсовой работы

«Оценка и контроль качества природной воды по целям назначения»

Курсовая работа (36 часов) должна выполняться на основе индивидуального задания, содержащего требуемые для решения поставленных задач исходные данные, обеспечивающие возможность реализации накопленных знаний в соответствии с уровнем профессиональной подготовки каждого студента. Исходные данные по составу и свойствам природных вод могут быть получены студентом при личном анализе проб природных вод в процессе выполнения практических работ; из фондовых материалов; из вариантов задания преподавателя..

Текстовый документ должен в краткой и четкой форме раскрывать творческий замысел работы, постановку задачи, выбор и обоснование

принципиальных решений. Содержать описание методов исследования анализа, расчетов, описание проведенных экспериментов, анализ результатов экспериментов и выводы по ним.

В оформлении курсовой работы должны быть отражены разделы:

- § 1. Введение
- § 2. Теоретическая часть по методам анализа природной воды
- § 3. Экспериментальная часть по анализу природной воды
- § 4. Оценка качества природной воды по целям назначения
- § 5. Теоретическая часть по выбранным методам улучшения качества воды
- § 6. Экспериментальная часть по улучшению качества воды
- § 7. Рекомендации по улучшению качества воды
- § 8. Заключение
- § 9. Список использованных источников
- § 10. Содержание

### **5.3.Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий**

Не предусмотрены.

### **5.4.Перечень контрольных работ**

Не предусмотрены.

## **6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **6.1. Перечень основной литературы**

1. Другов, Ю.С. Анализ загрязненной воды: практическое руководство [Электронный ресурс] : рук. / Ю.С. Другов, А.А. Родин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 681 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66218>.
2. Викулина В.Б. Метрологическое обеспечение контроля качества воды [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Б. Викулина, П.Д. Викулин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. — 183 с. — 978-5-7264-0560-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16372.html>
3. Аксенов В.И. Химия воды. Аналитическое обеспечение лабораторного практикума [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Аксенов, Л.И. Ушакова, И.И. Ничкова. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. — 140 с. — 978-5-7996-1236-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66214.html>

## 6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Антипов М.А. Оценка качества подземных вод и методы их анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А. Антипов, И.В. Заикина, Н.А. Безденежных. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Проспект Науки, 2013. — 136 с. — 978-5-903090-83-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35891.html>
2. Семенченко В.П. Экологическое качество поверхностных вод [Электронный ресурс] : монография / В.П. Семенченко, В.И. Разлуцкий. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2011. — 329 с. — 978-985-08-1335-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12326.html>
3. Химический анализ в энергетике. Книга 1. Фотометрия. Книга 2. Титриметрия и гравиметрия [Электронный ресурс] / В.Ф. Очков [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2016. — 405 с. — 978-5-383-01033-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55894.html>

### *Периодические издания*

Реферативные журналы:

Экология,

Коллоидная химия

Научные журналы:

Вода

Экология и промышленность России;

Экологические системы и приборы;

Химия и жизнь;

Экология и жизнь

## 6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Электронная библиотечная система «Научно-электронная библио-тека eLIBRARY.RU». <http://elibrary.ru>.
2. Справочно-информационная система «ИВИС». <http://www.ivis.ru>.
3. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд". <http://www.knigafund.ru>.
4. Электронно-библиотечная система издательства «Лань». <http://e.lanbook.com>.
5. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки. <http://www.diss.rsl.ru>.
6. Электронно-библиотечная система «Библиотех». <http://www.bibliotech.ru/>.
7. Polpred.com. Обзор СМИ Адрес сайта: <http://www.polpred.com>.
8. Справочно-поисковая система «Консультант – плюс» [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).
9. Информационно-справочная система «Норма CS». <http://normacs.ru>
10. Информационное правовое обеспечение "Гарант". [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/)
11. Сборник нормативных документов по строительству, действующих на территории Российской Федерации «СтройКонсультант. Адрес сайта: <http://www.skonline.ru/>.
12. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова (на базе ЭБС «БиблиоТех»): <http://ntb.bstu.ru>
13. Система поиска природно-ресурсной информации - <http://list.priroda.ru>
14. Открытая справочно-информационная служба «Ecoline» - <http://www.ecoline.ru>
15. «Зеленый шлюз» - путеводитель по экологическим информационным ресурсам - <http://zelenyshluz.narod.ru/>
16. European Environment Agency (EEA) - <http://www.eea.europa.eu/>
17. The Global Environmental Information Exchange Network - <http://www.unep.org/infoterra/> •  
Актуальным разделам экологии - книги, статьи, учебники, методические материалы - <http://www.ecoline.ru/>

18. Библиотека учебников по экологии - <http://window.edu.ru/window/library>
19. Всероссийский экологический портал - <http://ecportal.ru/>
20. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов - <http://schoolcollection.edu.ru/catalog/>
21. Международный портал по экологии и окружающей среде - <http://www.greenwaves.com/russian/indexrus.html>
22. Микроорганизмы - <http://microorganizmy.naukadv.ru/>
23. Национальный портал «Природа России» - <http://www.priroda.ru/>
24. Природа и экология - <http://www.priroda.su/>
26. Российские зеленые страницы - <http://rgp.agava.ru/>
27. Официальный сайт журнала «Экология производства» <http://www.ecoindustry.ru>
28. GoogleScholar [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://scholar.google.com>, свободный. – Загл. с экрана. (поисковая система, разработанная специально для студентов, ученых и исследователей, предназначена для поиска информации в онлайн-овых академических журналах и материалах, прошедших экспертную оценку).
29. РИБК [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.ribk.net>, свободный. – Загл. с экрана. (портал "Российского информационно-библиотечного консорциума" предоставляет 14 возможностей расширенного поиска библиографических данных и полно-текстовых ресурсов в электронных каталогах пяти крупнейших библиотек России: Всероссийской государственной библиотеке иностранной литературы им. М.И. Рудомино, Научной библиотеке МГУ им. Ломоносова, Парламентской библиотеке, Российской государственной библиотеке, Российской национальной библиотеке).
30. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.cir.ru>, доступ по общеуниверситетской сети. – Загл. с экрана. (включает нормативные документы федерального уровня, научные издания МГУ, аналитические издания (журнал "Эксперт"), доклады, публикации и статистические массивы исследовательских центров и др.).
31. ScienceResearch.com [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.scienceresearch.com>, свободный. – Загл. с экрана. (поисковая система предоставляет возможность одновременного поиска в научных журналах крупнейших издательств, таких как Elsevier, Highwire, IEEE, Nature, TaylorandFrancis и др. Атакежеткрытыхбазахданных: Directory of Open Access Journals, Library of Congress Online Catalog, Science.gov и Scientific News. Поиск в журналах возможен по 12 отдельным предметным рубрикам. Полные тексты статей из журналов доступны только для подписчиков).
33. NIST Chemistry WebBook [Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://webbook.nist.gov/chemistry/>, свободный. – Загл. с экрана. (справочная книга Института Стандартов и Технологии США содержит термодинамические, спектральные данные, потенциалы ионизации, сродство к электрону и пр. для свыше 10000 органических и неорганических соединений).
34. American Chemical Society (ACS) [Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://www.pubs.acs.org/>, доступ по общеуниверситетской сети. – Загл. с экрана. (полныетекстыжурналовиздательстваАмериканскогохимическогообщества (The Journal of Organic Chemistry, Journal of the American Chemical Society, Organic Letters, Chemical Reviews, Bioconjugate Chemistry, Biochemistry и др.) с 1996 г. понастоящеевремя).
35. ScienceDirect [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.sciencedirect.com>, доступ по общеуниверситетской сети. – Загл. с экрана. (доступ к 108 журналам по химии с 2002 г. по настоящее время, издаваемых компанией ElsevierScience и рядом других престижных научных издательств, позволяет проводить поиск в ведущих научных библиографических базах данных (около 30 миллионов записей)).
36. Электронные реферативные журналы ВИНИТИ [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/cgi-bin/viniti/zgate?Init=viniti.xml,viniti.xml+rus>, доступ по общеуниверситетской сети. – Загл. с экрана. (информационные сообщения о научных документах по естественным и техническим наукам, в базе данных представлено содержание выпусков РЖ, выписываемых библиотекой в электронном виде с 2005 года).
37. SwetsnetNavigator [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.swetswise.com/public/login.do>, свободный. – Загл. с экрана. (база данных иностранных журналов по физике, химии, географии, истории, языкознанию, философии, религии, науковедению, социальным и другим наукам, полнотекстовый доступ возможен к более чем 2 500 журналам).
38. Blackwell [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.blackwell-synergy.com>, доступ по общеуниверситетской сети. – Загл. с экрана. (полнотекстовые электронные научные журналы, охватывающие все области естественных и общественных наук).
39. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://elibrary.ru>, доступ по общеуниверситетской сети. – Загл. с экрана. (доступ к полным текстам периодических изданий по всем направлениям научных дисциплин).
40. WORLD SCIENTIFIC Publ [Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://www.worldscinet.com>, свободный. – Загл с экрана. (коллекции журналов по нескольким тематикам, в том числе по химии).
41. SCIENCE [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.sciencemag.org>, свободный. – Загл. с экрана.

42. Bulletin of the Chemical Society of Japan [Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://www.csj.jp/journals/bcsj/index.html>, свободный. – Загл. с экрана. • Central European Journal of Chemistry [Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://www.springerlink.com/content/1644-3624/>, свободный. – Загл. с экрана.
43. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент) // <http://www.fips>.

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Специализированная учебная аудитория для проведения лекций: переносной портативный мультимедийный комплекс (ГУК 725).

Специализированная лаборатория (УК2 409) по химии и мониторингу окружающей среды с соответствующим оборудованием и набором реактивов.

Имеется полный комплект лабораторной посуды и пробоотборников, аспиратор мод 822, весы аналитические и технические: ВЛ-210, ВЛЭ-250 и др., сушильные шкафы, в т.ч. шкаф суховоздушный ШС-80, электропечь камерная СНОл-1,6.2,5/11-И1М, термостаты жидкостные лабораторные., баня термостатирующая ТЖ-ТБ-01/26, спектрофотометр, кислородомер- БПК-тестер -41-40, рН-метр- иономер АНИОН-4101, центрифуга лабораторная клиническая ОПн-3, микроскопы Микмед-1 облучатель ОБН-150, рефрактометр, фотоэлектроколориметр ФЭК-М.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ


Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 20~~18~~20<sup>19</sup> учебный год.

Протокол № 18 заседания кафедры промышленной экологии от «24» 05 20~~18~~<sup>19</sup>.

Заведующий кафедрой  С.В. Свергузова  
подпись, ФИО

Директор химико-технологического  
института

 В.И. Павленко  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный  
год.

Протокол №11 заседания кафедры от «11» июня 2019 г.


Заведующий кафедрой  С.В. Свергузова  
подпись, ФИО

Директор института  В.И. Павленко  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2020/2021 учебный год без изменений

Протокол № 11 заседания кафедры от «20» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой ПЭ  С.В. Свергузова

/Директор института  В.И. Павленко



## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный  
год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «13» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой



подпись, ФИО

С.В. Свергузова

Директор института



подпись, ФИО

Р.Н. Ястребинский

## ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение №1.** Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины .

### **Методические рекомендации при выполнении лабораторного практикума**

#### **ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ**

Первичные экспериментальные данные, как правило, не могут быть использованы непосредственно для анализа. В связи с этим появляется необходимость обработки опытных данных, что связано с проблемами интерполирования, дифференцирования и интегрирования функции, значение которой известны с некоторой погрешностью из эксперимента. При этом наиболее "капризной" операцией является нахождение производной функции; это обусловлено тем, что процесс дифференцирования является расходящимся (неустойчивым) и даже небольшие ошибки в исходных данных приводят к существенным погрешностям при вычислении производных. Операция интегрирования опытных данных является менее чувствительной к погрешностям первичной информации. В работах отечественных и зарубежных ученых предложено много разнообразных способов обработки экспериментальных данных, которые можно разделить на следующие виды: графические, аналитические, графоаналитические способы.

При обработке опытных данных важно уметь оценивать погрешность полученного результата. Она может быть обусловлена следующими причинами:

- во-первых, исходные числовые данные, с которыми производятся вычисления, полученные из эксперимента и не всегда точны, так как любые измерения неизбежно сопровождаются погрешностями;
- во-вторых, приближенные исходные данные будут подвергаться не тем операциям, которые требуются для решения задачи, а псевдооперациям, поскольку при вычислении даже на ЭВМ можно использовать ограниченное число разрядов;
- наконец, во многих случаях существующие методы решения задач могут дать точный ответ только после бесконечного числа шагов. Так как на практике приходится ограничиваться конечным числом шагов, то заданная задача фактически заменяется другой и полученное решение будет отличаться от точного решения.

При этом появляется третий вид ошибки – погрешность метода.

#### **Графические способы обработки**

Эти способы обработки заключаются в том, что путем соединения плавной линией точек, образующихся в результате измерения экспериментальных данных получают график. Затем можно выполнить графическое дифференцирование любой функции.

Полученные графические функции стремятся привести к пропорциональной зависимости первого порядка.

Исходя из полученной линии, определяют коэффициенты уравнения, описывающего процесс.

#### **Аналитические способы**

Аналитические способы заключаются в численном анализе экспериментальных значений. Классический подход численного анализа заключается в том, что используют некоторые узлы функций для получения приближенного многочлена. И затем, выполняя аналитические операции над многочленом, выявляют зависимость.

Обычно, окончательный результат стараются описать линейной комбинацией значений функций и/или ее производных в первоначальных узлах. Аналитические методы обработки включают интерполирование многочленами, численное дифференцирование, метод наименьших квадратов и локальную аппроксимацию опытных данных.

#### **Статистическая обработка результатов измерений**

Основными задачами статистической обработки результатов испытаний является определение среднего значения рассматриваемого параметра и оценка точности его вычисления. Пусть в результате испытаний  $n$ -образцов получено среднееарифметическое значение  $x$ . Обозначим через  $\alpha$  вероятность того, что величина  $x$  отличается от истинного значения  $x$  на величину, меньшую, чем  $\Delta x$ , т.е.  $P((x - \Delta x) < x < (x + \Delta x)) = \alpha$ .

Вероятность  $\alpha$  называется доверительной вероятностью, а интервал значений случайной величины от  $(x - \Delta x)$  до  $(x + \Delta x)$  называется доверительным интервалом. Ширина доверительного интервала  $\Delta x$  для математического ожидания определяется числом измерений  $n$ .

Ввиду широкого распространения ЭВМ в настоящий момент большинство операций по обработке экспериментальных данных осуществляется с помощью программных продуктов (в том числе и программ разработанных пользователем самостоятельно). В качестве наиболее используемых программных продуктов можно указать стандартный табличный редактор MS Excel, математические CAD системы (MatLAB, MAPLE, MathCAD, Mathematica, SPSS, Statistica и др.) и высокоуровневые языки программирования (Pascal, Delphi, C, C++ и др.). Применение последних для большинства пользователей несколько затруднительно, так как требует знания не только методов математической обработки и статистики, но и хотя бы первичных навыков программирования в одном из указанных языков программирования.

При выполнении лабораторного практикума необходимо знать учитывать характеристики измерительных приборов (ИП).

#### Порог чувствительности

Порог чувствительности ИП представляет собой наименьшее изменение измеряемой величины, подаваемой на вход преобразователя, которое обуславливает изменение сигнала на его выходе, удовлетворяющее метрологическим требованиям.

#### Градуировочная характеристика

Градуировочная характеристика (функция преобразования) представляет собой зависимость значений выходных сигналов от содержания измеряемого компонента газовой смеси на входе ИП (рис. 1). Она должна быть линейной и стабильной во времени. К сожалению, большинство применяемых в газоанализаторах преобразователей обладают нелинейной функцией преобразования, за исключением немногих, например, хемиллюминесцентных и пламенно-ионизационных. Нелинейность градуировочных характеристик ИП усложняет структуру и технологию изготовления ГА, поскольку требует индивидуальной градуировки приборов или использования в их составе функциональных преобразователей (линеаризаторов).

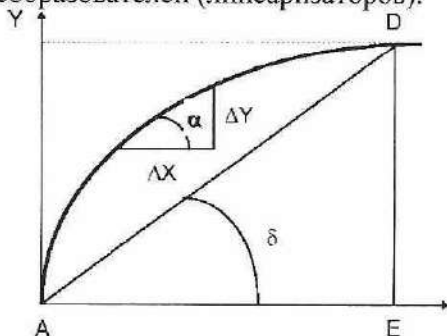


Рис. 1. Градуировочная характеристика ИП

При нелинейной градуировочной характеристике чувствительность ИП в рабочем диапазоне преобразований непостоянна.

Стабильность измерительного преобразователя. Стабильность ИП отражает неизменность во времени его метрологических характеристик. Количественной оценкой стабильности является нестабильность ИП - изменение метрологических характеристик за установленный интервал времени.

Временная стабильность параметров ИП предопределяет постоянство выходного сигнала во времени при подаче на вход неизменной по значению входной величины. Временная

стабильность определяет дрейф нуля, обуславливающий аддитивную погрешность; изменение коэффициента преобразования, вызывающего мультипликативные погрешности; изменение функции преобразования.

Наиболее распространенным методом повышения стабильности ИП является построение ИП по схеме прямого преобразования со стабилизацией коэффициентов преобразования всех (или большинства) ее звеньев и периодической коррекцией аддитивной и мультипликативной погрешностей при подаче на вход поверочных газовых смесей (ПГС). Однако такой подход к решению рассматриваемой задачи нельзя считать оптимальным и перспективным, так как это значительно усложняет аппаратуру, удорожает ее эксплуатацию, поскольку требует большого количества дорогостоящих и дефицитных ПГС.

*Избирательность.* Избирательность ИП представляет собой свойство выдавать сигнал на его выходе, пропорциональный содержанию только определяемого компонента в газовой смеси. С повышением требуемой точности измерений газоаналитической аппаратуры и усложнением анализируемых смесей требования к избирательности ИП резко возрастают, поскольку при низкой избирательности в условиях эксплуатации могут возникать значительные дополнительные погрешности и зачастую ставить под сомнение результаты измерений. Избирательность ИП определяется прежде всего методом преобразований, принципом действия и структурной схемой. Удовлетворительные результаты по избирательности имеют ИП, использующие хемилюминесцентный, флуоресцентный, хроматографический, абсорбционный и другие методы преобразований.

*Надежность.* Надежность - это свойство ИП выполнять заданные функции при сохранении своих эксплуатационных показателей в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени. Надежность ИП зависит от принципиальной схемы, числа и качества элементов, качества применяемых материалов и комплектующих элементов конструкций, технологии и культуры изготовления, вспомогательных устройств, влияния окружающей среды, структурной схемы, программы функционирования и др.

*Помехоустойчивость.* Помехоустойчивость - способность ИП сохранять свои характеристики при воздействии различных возмущающих факторов (изменения давления, температуры, влажности, напряжений питания и др.). Условия эксплуатации ИП в настоящее время характеризуются широким диапазоном изменений температуры, давления, влажности, питающих напряжений и т. п.

*Метрологические характеристики.* Метрологические характеристики определяют структуру, конструкцию, технологию производства и характер эксплуатации ИП и газоаналитического устройства в целом. К основным метрологическим характеристикам относятся погрешность и диапазон измерений ИП.

Под погрешностью ИП подразумевается отклонение выходного сигнала ИП от номинального значения, соответствующего истинному значению входной величины.

Погрешности ИП подразделяют на основную и дополнительные, статические и динамические, систематические и случайные.

Основная погрешность определяется в нормальных условиях применения ИП, устанавливаемых в технической документации.

Дополнительные погрешности возникают при эксплуатации ИП в условиях, отличных от нормальных, при которых осуществляются градуировка и поверка. Подавляющее большинство ИП подвержены влиянию изменений температуры, давления, влажности окружающей среды, параметров питающих напряжений и газовых потоков

Статическая погрешность - это погрешность ИП при измерении величины, принимаемой за неизменную.

Динамическая погрешность возникает дополнительно при измерении переменной величины и обусловлена несоответствием реакции ИП на скорость изменения входного сигнала.

Динамические погрешности определяются динамикой процессов в исследуемых газовых смесях, инерционностью чувствительных элементов (фотоприемников и т.п.), динамическими характеристиками измерительных механизмов и промежуточных преобразователей, инерционностью электронных и других схем.

Систематическая погрешность - это составляющая погрешности ИП, принимаемая постоянной или закономерно изменяющейся..

Случайная погрешность - это составляющая погрешности ИП, изменяющаяся случайным образом.

Суммарная погрешность измерений оценивается как суперпозиция случайной и систематической составляющей.

Источниками погрешности измерений являются несовершенство метода измерений, неидеальность изготовления и функционирования ИП, временная нестабильность параметров ИП, отклонение условий измерения от нормальных, неточности градуировочной зависимости, приготовления ПГС, измерения объема пробы, температуры и давления, индивидуальные особенности оператора.

Диапазон измерений представляет собой область изменения значений измеряемой величины (содержания измеряемого компонента), для которой нормированы допускаемые пределы погрешности ИП.

Отношение верхнего предела диапазона измерений к порогу чувствительности называется полным или динамическим диапазоном ИП.

*Динамические характеристики* К динамическим характеристикам ИП следует отнести время установления показаний  $T$  и время начала реагирования  $t_w$ , которые определяются протеканием переходного процесса в ИП после подачи на него входного сигнала в виде скачка (рис.2).

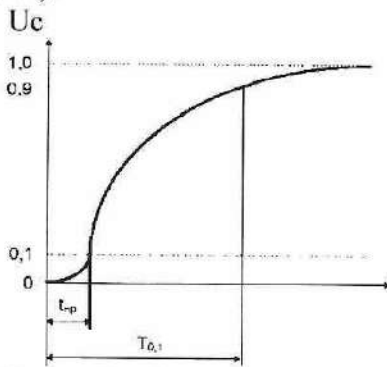


Рис. 4. График переходного процесса

Инерционность ИП характеризуется временем начала реагирования  $t_w$  и временем установления показаний  $T$  по определенному уровню (рис. 2).

Время начала реагирования зависит от времени транспортирования пробы газа, инерционности чувствительных элементов, динамики процессов анализируемых газовых смесей.

Особенности работы устройства обработки информации

Как указывалось выше, ИП осуществляют преобразование параметров, характеризующих состояние газа, в электрический, пневматический или какой-либо другой информационный сигнал.

Наиболее часто встречающимися задачами обработки информационного сигнала являются выделение полезного сигнала на фоне шумов, усиление, осуществление вычислительных операций, позволяющих получать измерительную информацию в требуемой форме, осуществление алгоритмов коррекции погрешностей, согласование с входами ЭВМ, регистрирующих устройств, устройств управления в АСУ ТП.

Задачи осуществления вычислительных операций в процессе обработки измерительной информации обусловлены различными факторами, например, требованием ГОСТ 13320-81 к линейности характеристики преобразования, характером преобразования (интегральным или селективным, одномерным или многомерным) и т. п.

Повышение точности преобразования достигается реализацией алгоритмов коррекции как систематических, так и случайных погрешностей. В связи с этим в газоаналитической технике уделяется большое внимание разработке структурных методов повышения точности.

В связи с развитием производства микроЭВМ целесообразно задачи обработки измерительной информации осуществлять с их помощью, обеспечив сопряжение выходного

сигнала ИП со входом микроЭВМ. Решение указанных задач обработки измерительной информации имеет свои особенности: оптимизацию вычислительных процессов по точности и быстродействию, выбор технических средств в соответствии с реализуемыми алгоритмами (для простых алгоритмов - это функциональные преобразователи, для более сложных - специализированные процессоры и ЭВМ).

Особенности работы выходного прибора газоанализатора

В настоящее время в качестве ВП все шире используются экраны дисплеев, на которых измеряемые параметры представляются в виде графиков, диаграмм и таблиц. При этом, как правило, параллельно происходит запись измерительной информации на соответствующий носитель.

Измерительная информация может передаваться через ВП в систему мониторинга объектов для принятия решений.

При обработке результатов измерений оптических приборов, особенно часто в анализе водных проб, необходимо построение калибровочных графиков. Для обработки результатов анализов целесообразно использовать метод наименьших квадратов.