

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.



УТВЕРЖДАЮ
Директор химико-технологического
института

В.И. Павленко
«16» июня 2017 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Мониторинг природных объектов с техногенной нагрузкой

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. Порожняк

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общепрофессиональные			
	ОПК-6	Способность собирать, обобщать и анализировать экспериментальную и техническую документацию	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: экспериментальную и техническую документацию по вопросам экологического мониторинга природных объектов с техногенной нагрузкой; Уметь: выбрать и подготовить техническую документацию по вопросам экологического мониторинга природных объектов с техногенной нагрузкой Владеть: организовывать сбор и интерпретацию экспериментальной документации и применять полученные результаты в технической документации
Профессиональные			
1	ПК-4	способностью принять профессиональные решения на основе знания технологических процессов природообустройства и водопользования при строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: основы контроля за качеством окружающей среды, его приборном обеспечении в зависимости от технологических процессов природообустройства и водопользования при строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования; Уметь: использовать современную измерительную технику, современные методы измерения; Владеть: организацией работы структурного подразделения экологического контроля при строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования;
2	ПК-5	способностью использовать знания водного и земельного законодательства и правил охраны водных земельных ресурсов для проверки их соблюдения при водопользовании,	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: классификации видов и направлений деятельности систем мониторинга; приоритетность измерений концентраций загрязняющих веществ;

	соблюдения водопользовании, землепользовании и обустройстве среды	при природной	измерений концентраций загрязняющих веществ; особенности мониторинга в связи с проверкой соблюдения нормативов при водопользовании, землепользовании и обустройстве природной среды; пробоотбор и пробоподготовка; организация систем мониторинга; методы анализа объектов окружающей среды и оценки экологической ситуации; Уметь: организовывать мониторинг в природно-техногенном комплексе и анализировать его результаты, составлять краткосрочные и долгосрочные прогнозы развития ситуации; Владеть: методиками обработки и анализа данных полевых и лабораторных исследований, обследований, экспертизы и мониторинга объектов природообустройства, водопользования; эксплуатировать приборы, производить анализы воздуха, воды, почв, используя типовые методики;
--	---	---------------	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Бакалавриат 20.03.02. Дисциплина «Основы инженерно-экологических изысканий»

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Экологическое обоснование и экспертиза природно-техногенных комплексов
2	Современные технологии защиты и восстановления техногенных и нарушенных территорий

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	108	108
лекции		
лабораторные	12	12
практические		
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	96	96
Курсовой проект		
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	60	60
Форма промежуточная аттестация зачет		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр I

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	Установочное занятие			2	10
1.	Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха			2	10
	2. Система наблюдения за состоянием водных объектов				
2.1	Пробоподготовка и анализ проб воды			3	15
	3. Система наблюдения за состоянием почвенного покрова и растительности				
3.1	Пробоподготовка и анализ проб почв и растительности			3	10
	4. Особенности анализа природных сред. Информационное обеспечение систем аналитического экологического мониторинга				
4.1	Обработка полученных данных.			2	15
	ВСЕГО			12	60

4.2.Содержание практических (семинарских) занятий

Учебным планом не предусмотрены.

4.3.Содержание лабораторных занятий

семестр №1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
Установочное занятие			2	10
1	Система наблюдения за состоянием атмосферного воздуха	Комплексный анализ отходящих газов и атмосферного воздуха	2	10
2	Система наблюдения за состоянием водных объектов	Комплексный анализ природных и сточных вод	3	15
3	Система наблюдения за состоянием почвенного покрова и растительности	Комплексный анализ проб почв и растительности	3	10
4	Особенности анализа природных сред. Информационное обеспечение систем аналитического экологического мониторинга	Обработка экспериментальных данных с помощью программных продуктов	2	15
ИТОГО:			12	60
ВСЕГО:			12	60

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	1.1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие нормативные показатели установлены для контроля химического загрязнения воздушной среды? В чём заключаются их различия? 2. Как организованы наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы в населённых пунктах и в воздухе рабочей зоны? 3. Какую аппаратуру и устройства применяют при отборе проб? 4. Какие существуют методы концентрирования определяемых веществ при пробоотборе? 5. Каким образом необходимо проводить отбор проб аэрозолей? 6. Как производится отбор проб воздуха при отрицательных температурах? 7. Как производится отбор газовых паров? 8. Каковы основные требования к методам аналитического контроля воздуха на содержание вредных примесей? 9. Какие физико-химические методы контроля воздушной среды на содержание токсичных ингредиентов наиболее распространены? 10. Назовите область применения индикаторных трубок? 11. На чём основан принцип действия индикаторных трубок? 12. Каковы рабочие условия эксплуатации индикаторных трубок? 13. В чём преимущество применения индикаторных трубок при определении массовых концентраций газов и паров в воздухе и газовых средах при контроле воздуха рабочей зоны, промышленных газовых выбросов? 14. Какие устройства для отбора проб применяются совместно с индикаторными трубками? 15. Какие токсиканты выделяются в атмосферу при антропогенном воздействии? Какие из них наиболее опасны и почему? 16. Как классифицируются примеси в атмосфере?
2	2.1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какими показателями характеризуется качество воды? 2. Как организовать наблюдение за состоянием водных объектов? 3. Каковы пределы содержания растворённого кислорода в чистой воде? 4. Какие цели преследуются определением БПК? 5. Охарактеризуйте основные источники загрязнителей воды? 6. Охарактеризуйте основные группы сточных вод? 7. Согласована ли методика пробоотбора на водных

		<p>объектах с требованиями международных организаций?</p> <p>8. Какие показатели водной среды необходимо определять на месте отбора проб и почему?</p> <p>9. Опишите особенности ГСО веществ, используемых при определении концентрации загрязняющих веществ в воде?</p> <p>10. Какие требования предъявляются к воде как источнику водоснабжения?</p> <p>11. Какие используют устройства для отбора проб донных отложений, поверхностных вод, льда, атмосферных осадков?</p> <p>12. Как хранят и транспортируют пробы?</p> <p>13. Какие методы контроля сточных вод Вы знаете?</p> <p>14. Какими единицами пользуются при оценке содержания загрязняющих веществ в воде?</p> <p>15. Какие существуют способы отбора проб гомогенных и гетерогенных жидкостей?</p> <p>16. Какими показателями характеризуется качество воды?</p>
3	3.1	<p>1. Что такое загрязнение почв? Каковы основные причины загрязнения почв?</p> <p>2. Как классифицируются почвы по степени загрязнения?</p> <p>3. Какие показатели характеризуют санитарное состояние почв?</p> <p>4. Как отбираются пробы загрязнённых почв? Как подготовить пробы к анализу?</p> <p>5. Каковы методы контроля загрязнённых почв?</p> <p>6. На чём базируется обоснование ПДК загрязняющих веществ в почве?</p> <p>7. От чего зависит способность почв сопротивляться антропогенному изменению окружающей среды?</p> <p>8. Назовите и дайте краткую характеристику антропогенно-технических воздействий, способных вызвать ухудшение качества почв.</p> <p>9. Какими причинами может быть вызвано химическое загрязнение почв?</p> <p>10. Какие требования предъявляют к контролю за загрязнением почв?</p> <p>11. Какие выделяют почвы по степени устойчивости их к загрязняющим веществам?</p> <p>12. Какими показателями характеризуется почва?</p>
4	4.1	<p>1. Что такое мониторинг окружающей среды? Какие объекты являются предметом его наблюдения?</p> <p>2. Какие существуют виды мониторинга? По каким признакам они выделяются?</p> <p>3. Перечислите основные принципы организации систем мониторинга?</p> <p>4. Какие выделяются уровни систем мониторинга? Каков принцип их выделения?</p> <p>5. Каково назначение национальной системы мониторинга окружающей среды?</p> <p>6. Какие задачи призван решать глобальный, экологический мониторинг?</p> <p>7. Что такое ЕГСЭМ? Какова структура ЕГСЭМ?</p> <p>8. В чём состоит суть организационных проблем</p>

		<p>ЕГСЭМ на современном этапе?</p> <p>9. Из каких основных структурных блоков состоит система мониторинга?</p> <p>10. Что такое АИС мониторинга? Каково её назначение?</p> <p>11. Из каких блоков состоит АИС? Каково назначение каждого из них?</p> <p>12. Что составляет математическое обеспечение АИС?</p> <p>13. Какие дистанционные методы и с какой целью целесообразно применять в экологическом мониторинге?</p> <p>14. Биоиндикацию и биотестирование относят к дифференциальным или интегральным методам диагностики?</p> <p>15. Чем отличается экологический мониторинг от экологического контроля?</p>
--	--	---

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

Курсовая работа - 36 часов.

Унифицированная тема «Комплексная оценка состояния окружающей среды территории с техногенной нагрузкой».

Каждый студент получает индивидуальное задание.

Курсовая работа состоит из четырех заданий.

Задание № 1. Оценка степени загрязнённости почв и снегового покрова металлами. Временной характер загрязнения

Для оценки степени загрязнения почв металлами используется суммарный показатель загрязнения, характеризующий эффект воздействия группы элементов:

$$Z_c = \sum K_{ci} - (n - 1); K_{ci} = C_i / C_{phi}$$

где K_{ci} – коэффициент концентрации i -го элемента, равный отношению фактической концентрации (C_i) к фоновой (C_{phi}); n – число элементов, характеризующих загрязнение почв, т.е. для которых $K_{ci} > 1$.

Оценка опасности загрязнения почв комплексом элементов по показателю Z_c проводится по оценочной шкале, данные которой увязаны с показателями здоровья населения, проживающего на территориях с различным уровнем загрязнения почв.

1. Рассчитать суммарный показатель загрязнения с учётом следующих фоновых содержаний элементов: V – 90, Cr – 80, Zn – 60, Ni – 30, Pb – 30, Cu – 25, As – 5, Mo – 2, Cd – 0.1, Hg – 0.03.

2. Построить схему районирования территории по величине Z_c и выделить зоны с различными категориями загрязнения на основе рис. 1 с использованием изолиний 16, 32, 128.

3. Описать полученную схему: размещение зон различного уровня загрязнения; их морфология (изометрическая, вытянутая); площадь (в % от общей площади территории).

4. Составить геохимическую формулу для каждой точки опробования.

Задание 1б. В таблице 8.3 представлены данные о площадном распределении суммарного показателя загрязнения снега по территории.

1. Построить схемы районирования территории по величине Z_c , на основе таблицы .3 и рис. 81 и выделить зоны с различными категориями загрязнения с использованием изолиний 64, 128, 256.

2. Сравнить полученные схемы загрязнения почвенного и снежного покрова и выделить зоны различные по временному характеру загрязнения.

Задание № 2. Оценка загрязнённости почв фтористыми соединениями

Задание 2а. В табл. 4 представлены данные о распределении по территории г. N содержания фтора в верхнем горизонте почв, в корнях и стеблях растений.

1. Отдельно построить карты загрязнения от условно выбранной точки по содержанию водорастворимого и валового фтора в почвах, в корнях и стеблях растений. Для этого провести основные стороны горизонта, как показано на рис. 8.2, и по этим направлениям в масштабе 1 см–2 км, обозначить точки отбора и нанести соответствующие концентрации из табл. 8.4. Провести изолинии с интервалом для водорастворимого фтора 2,8 мг/кг, валового фтора в почвах и стеблях растений – 100 мг/кг, в корнях – 200 мг/кг.

2. Ответить на вопросы:

- а) На какое расстояние прослеживается влияние завода, в каком направлении и как это согласуется с розой ветров?
- б) Как коррелирует загрязнение почв с загрязнением растительности?
- в) Где отмечается наибольшее накопление – в корнях, или в стеблях? Как это соотношение меняется с расстоянием?

Задание № 3. Оценка загрязнённости почв пестицидами

Для оценки степени загрязнения почв пестицидами подсчитывается кратность превышения концентраций над ПДК.

Задание 3а. На основании табл.5:

1. Дайте характеристику загрязнения почв пестицидами региона, рассчитав кратность превышения концентраций над ПДК. ПДК хлорорганических пестицидов в почвах составляют для ДДТ и ГХЦГ 0,1 мг/кг.

2. Какая область наиболее загрязнена?

3. Под какими культурами чаще наблюдается превышение ПДК в почвах?
4. Какой вид пестицидов является ведущим загрязнителем почв региона?
5. В какой сезон отмечаются наибольшие концентрации (весна, осень)?

Задание № 4. Программы импактного экологического мониторинга водного объекта, почв и атмосферного воздуха

Составление программы импактного экологического мониторинга является важным этапом при проведении наблюдений за загрязняющими веществами.

Программа включает следующие основные параметры:

1. Места отбора проб.
2. Периодичность отбора.
3. Определяемые гидрометеорологические параметры (температура воздуха, воды, скорость и направление ветра и др.)
4. Определяемые химические загрязнители: приоритетные, региональные и маркерные для производственного процесса в зоне мониторинга.
5. Основные методы определения загрязняющих веществ.
6. Методы обработки результатов и обобщение данных.

Составить программу мониторинга атмосферного воздуха и водного объекта, если на берегу реки (озера, моря) находится город и промышленное предприятие (рис. За,б,в).

Перечень предприятий

- 1.1. Нефтеперерабатывающий комбинат.
- 1.2. Завод по производству минеральных удобрений.
- 1.3. Стекольный завод.
- 1.4. Цементный комбинат.
- 1.5. Молочный комбинат.
- 1.6. Завод электрооборудования.
- 1.7. Автомобильный завод.
- 1.8. ТЭЦ.
- 1.9. Птицефабрика.
- 1.10. Трикотажная фабрика.
- 1.11. Целлюлозно-бумажный комбинат.
- 1.12. Сахарный завод.
- 1.13. Консервный комбинат.
- 1.14. Завод резинотехнических изделий.
- 1.15. Витаминный комбинат

1.16. Мясокомбинат.

1.17. Свинокомплексе

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

Учебным планом не предусмотрены.

5.4.Перечень контрольных работ.

Учебным планом не предусмотрены.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Латыпова, М.М. Экологический мониторинг: учебное пособие /М.М. Латыпова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – 151 с.
2. Латыпова, М.М., Смоленская Л.М. Экологический мониторинг. Ч.1. Лабораторный практикум. Экологический мониторинг гидросферы. : учебно-практическое пособие /М.М. Латыпова, Л.М. Смоленская – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – 76 с.
3. Латыпова, М.М. Экологический мониторинг. Ч.2. Лабораторный практикум. Экологический мониторинг почв. : учебно-практическое пособие /М.М. Латыпова – Белгород: Изд-во БГТУ, 2009. – 89 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. *Фомин Г.С.* Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. Энциклопедический справочник.— 3-е изд., перераб. и доп.- М., Изд. «Протектор», 2000.— 848 с.

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. www.consultant.ru
2. www.ntbbstu.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Учебная лаборатория для проведения лабораторных занятий с необходимым оборудованием.

Специализированная мебель. Баня водяная ЛВ-8, Весы ВЛ-120, 1 кл., Весы ВСЛ-200/1, Дозиметр «Радэкс 1706», Кондуктомер АНИОН 7020, Люксметр testo 540, Мешалка ES-6120, Мутномер НЛ-98703, Калориметр КФК-2МГ, Нитратометр анион-4101, рН-метр рН-150, Фотометр КФК-3-01, Фотоэлектроколориметр АРЕЛ-101, Шумомер testo 815, Шкаф сушильный

Учебная лаборатория для проведения лабораторных занятий с необходимым оборудованием: Аквадистиллятор мед., Весы ВЛ-120, 1 кл, Весы SK-10000WP, Дробилка трехвалковая, анализатор «Эксперт 001», Иономер И-500 базовый, Иономер лабораторный И-160, Колбонагреватель ES-4100-3, Мешалка ES-6120, Мешалка МР-25, Печь муфельная LOIP LF-7/13G2, прибор КФК-2, рН-метр рН-150М, Стерилизатор. Аквадистиллятор мед., Весы ВЛ-120, 1 кл, Весы SK-10000WP, Дробилка трехвалковая, анализатор «Эксперт 001», Иономер И-500 базовый, Иономер лабораторный И-160, Колбонагреватель ES-4100-3, Мешалка ES-6120, Мешалка МР-25, Печь муфельная LOIP LF-7/13G2, прибор КФК-2, рН-метр рН-150М, Стерилизатор

Приложение №1.

Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Методические рекомендации при выполнении лабораторного практикума

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, хемилюминесцентных 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).

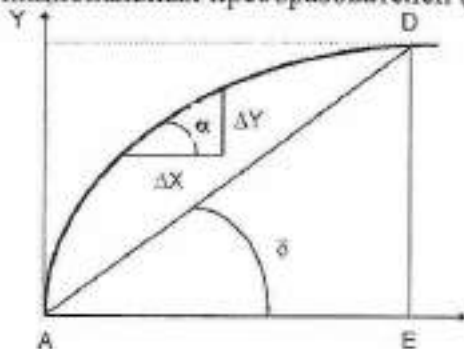


Рис. 1. Градуировочная характеристика ИП

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 хемиллюминесцентный, 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).

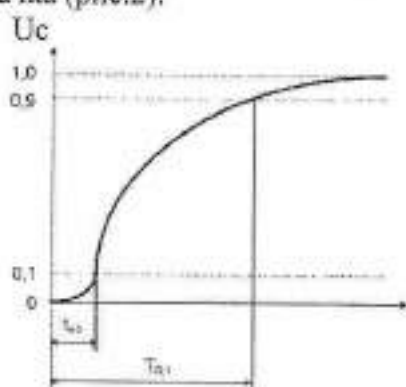


Рис. 4. График переходного процесса

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 и почвенных вытяжек, необходимо построение калибровочных графиков. Для обработки результатов анализов целесообразно использовать метод наименьших квадратов.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.


Протокол № 18 заседания кафедры от «24» мая 2018 г.

Заведующий кафедрой


подпись, ФИО

С.В. Свергузова

Директор института


подпись, ФИО

В.И. Павленко

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 α вероятность того, что величина x отличается от истинного значения x на величину, меньшую, чем Δx , т.е. $P((x - \Delta x) < x < (x + \Delta x)) = \alpha$.

Вероятность α называется доверительной вероятностью, а интервал значений случайной величины от $(x - \Delta x)$ до $(x + \Delta x)$ называется доверительным интервалом. Ширина доверительного интервала Δx 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, хемилюминесцентных 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).

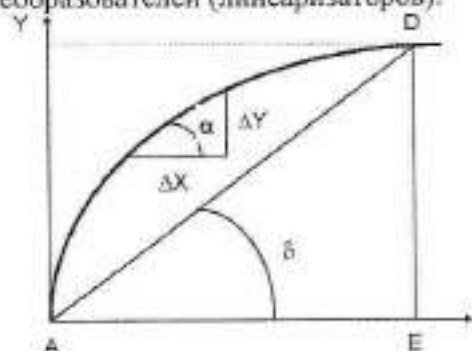


Рис. 1. Градуировочная характеристика ИП

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 хемилуминесцентный, 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_n , которые определяются протеканием переходного процесса в ИП после подачи на него входного сигнала в виде скачка (рис.2).

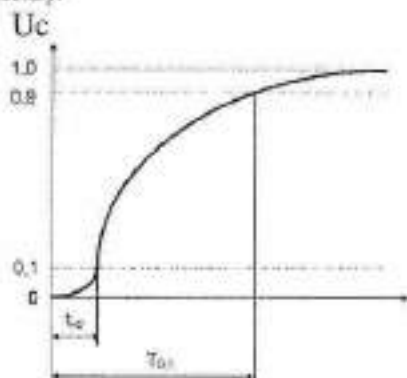


Рис. 4. График переходного процесса

Инерционность ИП характеризуется временем начала реагирования t_n 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.