

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Мониторинг и аналитический контроль качества окружающей среды

направление подготовки (специальность):

20.04.01 - Техносферная безопасность

Направленность программы (профиль, специализация):

**Промышленная экология и рациональное использование
природных ресурсов**

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Институт: Химико-технологический

Кафедра: Промышленной экологии

Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.04.01 – «Техносферная безопасность», утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 06 марта 2015 г. № 172
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель к.х.н., доцент

(ученая степень и звание, подпись)

(М.М. Латыпова)

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

Промышленной экологии

(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор

(ученая степень и звание, подпись)

(С.В. Свергузова)

(инициалы, фамилия)

« 09 » февраля 2016 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 09 » февраля 2016 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор

(ученая степень и звание, подпись)

(С.В. Свергузова)

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » февраля 2016 г., протокол № 6

Председатель к.т.н., доцент

(ученая степень и звание, подпись)

(Л.А. Порожнюк)

(инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-23	Способность проводить экспертизу безопасности объекта, сертификацию изделий, машин, материалов на безопасность	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: Основные положения экологической экспертизы объекта; Уметь: анализировать и оценивать степень опасности антропогенного воздействия на среду обитания; Владеть: методами , необходимыми для прохождения экспертизы и сертификации объектов
2	ПК-25	Способность осуществлять мероприятия по надзору и контролю на объекте экономики, территории в соответствии с действующей нормативно-правовой базой	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: мероприятия по надзору и контролю на объекте экономики, территории в соответствии с действующей нормативно-правовой базой; Уметь: правильно оценить соответствие или несоответствиенормативных уровней допустимых негативных воздействий на человека и природную среду на практике Владеть: навыкамииспользования методов определения нормативных уровней допустимых негативных воздействий на человека и природную среду на практикеразвития соответствующих технологий и инструментальных средств

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Мониторинг и экспертиза безопасности жизнедеятельности

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Научно-исследовательская практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	72	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	68	34	34
лекции		17	
лабораторные	17		17
практические	34	17	17
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	112	38	74
Курсовой проект			
Курсовая работа			
Расчетно-графическое задания			
Индивидуальное домашнее задание	9	9	
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	67	29	38
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	36		36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные з анятия	Самостоятельная работа
1.Глобальная система мониторинга. Экологический мониторинг в РФ. Аналитический экологический контроль. Производственный экологический контроль.					
1.1	Глобальная система мониторинга. Экологический мониторинг в РФ. Определение экологического мониторинга. Уровни мониторинга. Классификация экологического мониторинга. Блок-схема системы мониторинга.Задачи государственной системы экологического мониторинга. Законодательство РФ о необходимости и важности экологического мониторинга. Три категории постов в региональном мониторинге системы ОГСНКа. Структура государственного экологического мониторинга в России.	2	2		4
1.2	Аналитический экологический контроль. Аккредитация аналитической лаборатории (центра) контроля за состоянием окружающей среды	4	4		6
1.3	Производственный экологический контроль. Организация производственного экологического контроля. Аккредитация лаборатории контроля за состоянием окружающей среды в зоне влияния предприятия.	2	2		4
2. Эколого-аналитический контроль атмосферного воздуха и отходящих газов					
2.1	Показатели степени загрязненности воздуха. Организация постов наблюдения за состоянием атмосферного воздуха городов и населенных пунктов. Неблагоприятные метеорологические условия, особенности проведения экологического мониторинга. Подфакельные измерения, их место в экологическом мониторинге атмосферы.	1	2		3
2.2	Методы анализа проб отходящих газов и атмосферного воздуха. Способы разделения компонентов, содержащихся в пробе воздуха. Методы анализа проб воздуха. Способы извлечения компонентов пробы воздуха. Способы идентификации компонентов пробы воздуха. Приборы и устройства для автоматического и периодического контроля качества атмосферного воздуха.	2	1		2
3. Эколого-аналитический контроль сточных вод и природных водных объектов					
3.1	Физико-химические методы анализа природных вод. Устройства и приборы анализа водных проб.	2	2		3

	Определение щелочности сточных и природных вод. Определение БПК сточных и природных вод. Определение общего хлора в сточных и поверхностных водах. Контроль содержания растворенного кислорода в природных и сточных водах. Определение pH и удельной электропроводности поверхностных и сточных вод. Определение общего азота в сточных и природных водах. Органолептические показатели в анализе природных и сточных вод. Определение жесткости воды. Показатели качества воды. Определение мутности с использованием трубки и метода рассеивания излучения. Определение перманганатного индекса природных и сточных вод. Определение ХПК сточных и природных вод. Устройства и приборы для автоматического стационарного и подвижного контроля природных и сточных вод промышленных предприятий.				
3.2	Новые методы анализа природных и сточных вод. Электрохимические методы. Спектрофотометрические методы. Хроматографические методы. Газовая адсорбционная (ГХ) хроматография. Газовая распределительная (ГЖХ) хроматография. Жидкостная сорбционная (ЖЖХ, ВЭЖХ, ЖАХ) хроматография. Ионо-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.	4	4		7
	ВСЕГО	17	17		29

Курс2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные з анятия	Самостоятельная работа
4.Эколого-аналитический контроль мест хранения и захоронения отходов					
4.1	Мониторинг почв и растительности. Особенности экологического мониторинга почв. Методика проведения экологического мониторинга почв. Поведение экотоксикантов в почвах. Почвенные факторы, влияющие на доступность тяжелых металлов. Особенности проведения биогеохимического мониторинга техногенно загрязненных почв. Оценка загрязнения почв. Методики по отбору проб почв.		2		4
4.2	Эколого-аналитический контроль мест хранения и захоронения отходов. Составление программы наблюдения.		4	17	21

4.3	Новые методы анализа почв. Атомно-абсорбционный метод. Хромато-масс-спектрометрия. Гибридные методы. Инверсионная вольтамперометрия. Атомная спектроскопия: ИСП-эмиссионная спектрометрия, ИСП-масс-спектрометрия. Рентгеновский флуоресцентный анализ.		2		2
5.Обработка экспериментальных данных.					
5.1	Проблемы идентификации токсичных веществ. Артефакты на стадии пробоотбора загрязнения воздуха. Артефакты на стадии извлечения примесей из ловушки. Артефакты при хроматографии загрязняющих веществ. Артефакты в анализе загрязнений почвы. Артефакты в анализе загрязнений воды.		4		4
5.2	Обработка экспериментальных данных. Обработка экспериментальных данных с помощью программных продуктов		5		6
	ВСЕГО		17	17	38
	ИТОГО	17	34	17	67

4.2.Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-вочасов	К-во часов СРС
семестр №2				
1	1.1	Структура государственного экологического мониторинга в России.	2	2
2	1.2	Стадии подготовки к аккредитации аналитической лаборатории (центра) контроля за состоянием окружающей среды. Этапы прохождения аккредитации.	4	4
3	1.3	Организация производственного экологического контроля.	2	2
4	2.1	Подфакельные измерения, их место в экологическом мониторинге атмосферы.	2	2
5	2.2	Приборы и устройства для автоматического и периодического контроля качества атмосферного воздуха.	1	1
6	3.1	Устройства и приборы для автоматического стационарного и подвижного контроля природных и сточных вод промышленных предприятий.	2	2
7	3.2	Новые методы анализа природных и сточных вод.	4	4
ИТОГО:			17	17

семестр № 3				
1	4.1	Оценка загрязнения почв.	2	2
2	4.2	Эколого-аналитический контроль мест хранения и захоронения отходов. Составление программы наблюдения.	4	4
3	4.3	Новые методы анализа почв.	2	2
4	5.1	Проблемы идентификации токсичных веществ	4	4
5	5.2	Обработка экспериментальных данных с помощью программных продуктов	5	5
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО			34	34

4.3.Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-вочасов	К-во часов СРС
семестр №3				
1	4.2. Эколого-аналитический контроль мест хранения и захоронения отходов.	1. Анализ проб воздуха; 2. Анализ проб грунтовых и поверхностных вод; 3. Анализ почв и растительности	17	20
ИТОГО:			17	20

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 1.2 1.3	1. Что такое мониторинг окружающей среды? Какие объекты являются предметом его наблюдения? 2. Какие существуют виды мониторинга? По каким признакам они выделяются? 3. Перечислите основные принципы организации систем мониторинга? 4. Какие выделяются уровни систем мониторинга? Каков принцип их выделения? 5. Каково назначение национальной системы мониторинга окружающей среды? 6. Какие задачи призван решать глобальный, экологический мониторинг? 7. Что такое ЕГСЭМ? Какова структура ЕГСЭМ? 8. В чём состоит суть организационных проблем ЕГСЭМ на современном этапе? 9. Из каких основных структурных блоков состоит система мониторинга? 10. Что такое АИС мониторинга? Каково её назначение? 11. Из каких блоков состоит АИС? Каково назначение каждого из них? 12. Что составляет математическое обеспечение АИС? 13. Какие дистанционные методы и с какой целью целесообразно применять в экологическом мониторинге? 14. Биоиндикацию и биотестирование относят к дифференциаль-

		ным или интегральным методам диагностики? 15. Чем отличается экологический мониторинг от экологического контроля?
2	2.1 2.2	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. Как диоксиды выделяются в атмосферу при антропогенном воздействии? Какие из них наиболее опасны и почему? 16. Как классифицируются примеси в атмосфере?
3	3.1 3.2	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 объектах с требованиями международных организаций? 8. Какие показатели водной среды необходимо определять на месте отбора проб и почему? 9. Опишите особенности ГСО веществ, используемых при определении концентрации загрязняющих веществ в воде? 10. Какие требования предъявляются к воде как источнику водоснабжения? 11. Какие используют устройства для отбора проб донных отложений, поверхностных вод, льда, атмосферных осадков? 12. Как хранят и транспортируют пробы? 13. Какие методы контроля сточных вод Вы знаете? 14. Какими единицами пользуются при оценке содержания загрязняющих веществ в воде? 15. Какие существуют способы отбора проб гомогенных и гетерогенных жидкостей? 16. Какими показателями характеризуется качество воды?
4	4.1 4.2 4.3	1. Что такое загрязнение почв? Каковы основные причины загрязнения почв? 2. Как классифицируются почвы по степени загрязнения? 3. Какие показатели характеризуют санитарное состояние почв? 4. Как отбираются пробы загрязнённых почв? Как подготовить пробы к анализу?

		5. Каковы методы контроля загрязнённых почв? 6. На чём базируется обоснование ПДК загрязняющих веществ в почве? 7. От чего зависит способность почв сопротивляться антропогенному изменению окружающей среды? 8. Назовите и дайте краткую характеристику антропогенно-технических воздействий, способных вызвать ухудшение качества почв. 9. Какими причинами может быть вызвано химическое загрязнение почв? 10. Какие требования предъявляют к контролю за загрязнением почв? 11. Какие выделяют почвы по степени устойчивости их к загрязняющим веществам? 12. Какими показателями характеризуется почва?
5	5.1 5.2	1. Чем отличается спектрофотометрический метод анализа от фотометрического? 2. Почему для идентификации веществ чаще всего используют ИК-область спектра? 3. Чем определяется выбор оптического прибора и длины кюветы для измерения концентрации веществ? 4. Чем объясняется более высокая селективность люминесцентных методов анализа по сравнению с фотометрическим? Почему флуоресцентные методы чувствительнее фотометрических? 5. Почему анализ нескольких элементов проще выполнить методом эмиссионной фотометрии пламени, а не методом атомно-адсорбционной спектроскопии? 6. В чём заключаются различия методов прямой и косвенной потенциометрии? 7. В каких случаях применимы инертные металлические электроды? 8. Каковы характерные особенности ячейки для вольтамперометрических измерений и чем они обусловлены? 9. Почему величина $E_{1/2}$ характеризует природу деполяризатора? 10. Почему методом классической полярографии нельзя определить концентрации ниже $10^{-5}M$? 11. В чём суть метода инверсионной амперометрии и чем обусловлена высокая чувствительность метода? 12. Каковы преимущества метода амперометрического титрования перед прямой вольтамперометрией? 13. Какие типы детектирования применяют в газовой хроматографии? 14. Почему колонки в газовой хроматографии имеют вид спирали? 15. На каких механизмах взаимодействия излучений с веществом основаны важнейшие методы регистрации излучений

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

Учебным планом не предусмотрены.

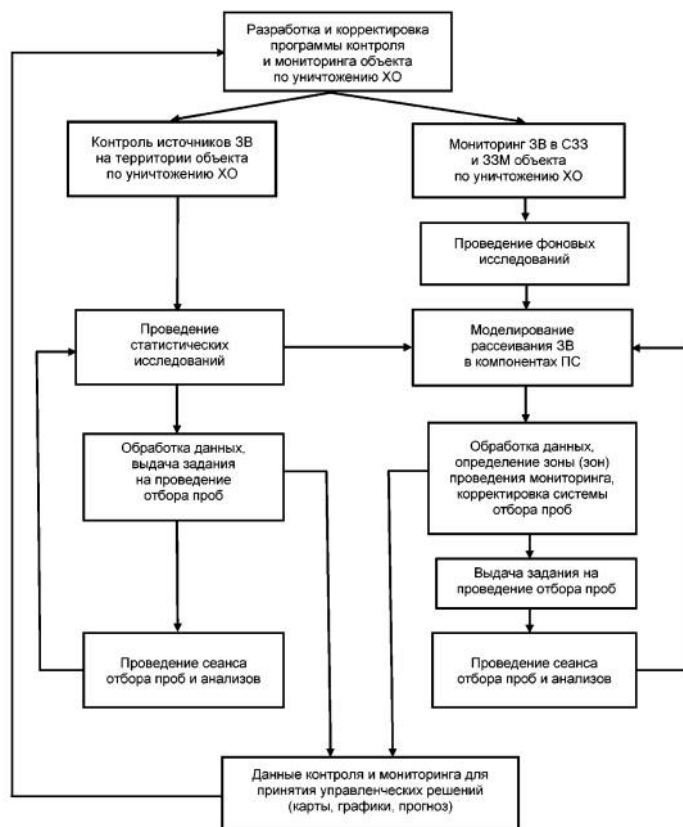
5.3.Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий

Согласно учебному плану на выполнение индивидуального домашнего задания (ИДЗ) предусмотрено 9 часов самостоятельной работы. ИДЗ состоит из двух заданий.

Задание №1

Программа (регламент) проведения экологического контроля и мониторинга объектов (по заданию преподавателя).

Программа (регламент) функционирования СЭКиМ основана на сочетании модельного аналитического подхода с измерениями химических и физических характеристик источников ЗВ на территории (промплощадке) объекта по уничтожению ХО и исследования распределения концентраций ЗВ в компонентах ПС в СЗЗ и ЗЗМ (рисунок 1). При проведении экологического мониторинга компонентов ПС в СЗЗ и ЗЗМ регламент мониторинга предусматривает предварительное определение зоны проведения наблюдений по результатам измерений на источниках ЗВ (или анализа выбросов на границе СЗЗ) с последующим расчетом рассеивания ЗВ и определением максимально вероятной зоны обнаружения ЗВ, рассеянных в окружающей среде.



Установленная периодичность проведения сеансов отбора проб и реализации алгоритма мониторинга (рисунок) составляет от одной недели до одного месяца, что обеспечивает высокую достоверность работы СЭКиМ.

В соответствии с требованиями при проведении мониторинга загрязнений в СЗЗ и ЗЗМ объекта должна быть реализована схема, основанная на сочетании используемых модельных подходов и результатов химико-аналитических и биологических исследований в выбранной области проведения наблюдений. В соответствии с этим требованием каждая из отобранных проб воздуха, воды, почвы, снежного покрова, донных отложений должна быть проанализирована на токсичность с использованием методов биотестирования.

Задание №2

Организация аналитических исследований

Общее число загрязнителей, которое необходимо контролировать в районе расположения Объекта.

Схема аналитических исследований.

СЭКиМ должна быть способна вести плановую и исследовательскую работу по контролю соединений, образующихся в почвах и в воде (продуктов трансформации, с которыми связан прогноз долговременных последствий загрязнения ОС). В таблицах 1 и 2 должны быть представлены основные аналитические методы, применяемые для экологического контроля и мониторинга объектов.

Диапазон чувствительности и основные аналитические методы, применяемые для экологического контроля и мониторинга объектов

Наименование метода	Чувствительность	Ориентировочная производительность (без пробоподготовки)	Ориентировочная себестоимость анализа (без пробоподготовки), тыс. руб.

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.
2. *Тарасов В. В., Тихонова И. О., Кручинина Н. Е.* Мониторинг атмосферного воздуха: учеб. пособие. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. - 128 с.
3. *Майстренко В. Н., Хамитов Р. З., Будников Г. К.* Эколого-аналитический мониторинг суперэкоотоксикантов. М.: Химия, 1996, с. 319.
4. Моделирование в экологическом мониторинге: учеб. пособие. М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. 35 с.

6.3. Перечень интернет ресурсов

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

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, лабораторных занятий, выполнения расчетно-графического задания, 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-2МТ, Нитратометр анион-4101, рН-метр рН-150, Фотометр КФК-3-01, Фотоэлектроколориметр АРЕL-101, Шумомер testo 815, Шкаф сушильный

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 20~~17~~²⁰¹⁸ учебный

год.

Протокол № 17 заседания кафедры промышленной экологии от
«06» 06 20~~17~~¹⁸.

Заведующий кафедрой  С.В. Свергузова
подпись, ФИО

Директор химико-технологического
института

 В.И. Павленко
подпись, ФИО

Дополнения в пункте 6.1. Основная литература

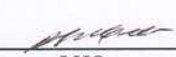
1. Латыпова М. М. Мониторинг и эколого-аналитический контроль качества окружающей среды: учебное пособие /М.М. Латыпова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 229 с.
2. Латыпова М. М. Мониторинг и эколого-аналитический контроль качества окружающей среды: учебное пособие (электронный ресурс)/М.М. Латыпова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 229 с.
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/20180111120520200000657998>

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями
Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 20 ¹⁸
~~2018~~ учебный год.

Протокол № 18 заседания кафедры промышленной экологии от
«24» 05 2018 г.

Заведующий кафедрой  С.В. Свергузова
подпись, ФИО

Директор института  В.И. Павленко
подпись, ФИО

Дополнения в п. 6.1 Основная литература

1. Латыпова, М. М. Мониторинг и эколого-аналитический контроль качества окружающей среды: учебное пособие /М.М. Латыпова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 229 с.
2. Латыпова, М. М. Мониторинг и эколого-аналитический контроль качества окружающей среды: учебное пособие (электронный ресурс)/М.М. Латыпова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 229 с.
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2018011112052020200000657998>

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  Свергузова С.В.
подпись, ФИО

Директор института  Павленко В.И.
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.

Протокол №_11_ заседания кафедры от «20»____04____2020__.

Заведующий кафедрой ПЭ

Директор института



Свергузова С.В.

Павленко В.И.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2021/2022 учебный год без изменений

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

Заведующий кафедрой ПЭ  С.В. Свергузова

Директор института  Р.Н. Ястребинский

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 $\bar{x}$. 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 широко 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 САД 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).

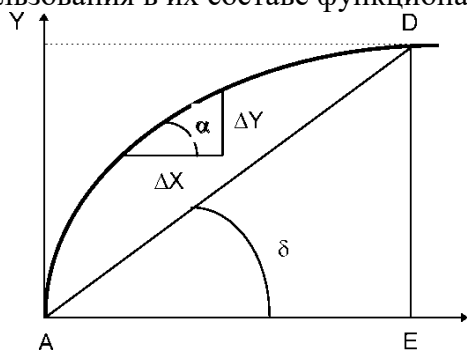


Рис. 1. Градуировочная характеристика ИП

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 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 системати-

ческой 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).

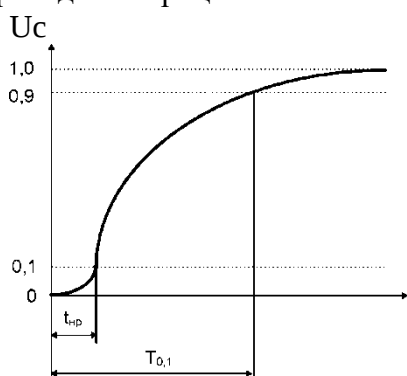


Рис. 4. График переходного процесса

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 из-

меряемые 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.

Проверка качества подготовки студентов на экзамене заканчивается выставлением отметок по принятой пятибалльной шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

Критерии оценки знаний устанавливаются в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и программ, с учётом характера конкретной дисциплины, а также будущей практической деятельности выпускника.

В качестве исходных рекомендуются общие критерии оценок:

«ОТЛИЧНО» - студент владеет знаниями предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы билета, подчеркивая при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное: устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы; хорошо знаком с основной литературой и методами исследования в объеме, необходимом для практической деятельности; увязывает теоретические аспекты предмета с задачами практического применения знаний и умений.

«ХОРОШО» - студент владеет знаниями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы билета; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах.

«УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» - студент владеет основным объемом знаний по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускаются ошибки по существу вопросов.

«НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» - студент не освоил обязательного минимума знаний предмета, не способен ответить на вопросы билета даже при дополнительных наводящих вопросах экзаменатора.