

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 12 » января 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Методы и средства промышленного аналитического контроля
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
(код и наименование направления)

Направленность: Автоматизация химико-технологических процессов и производств (СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины - формирование системы знаний, навыков и умений разработки систем автоматизированного контроля качества сырья и продукции химико-технологических процессов и экологических систем предприятий, выбора средств и методов измерения качественных показателей, необходимых для осуществления видов профессиональной деятельности.

Задачи учебной дисциплины

- изучение методов измерения качества веществ, материалов химико-технологических процессов и окружающей среды;
- формирование умений разработки автоматизированных систем промышленного аналитического контроля химико-технологических процессов и окружающей среды;
- формирование навыков выбора методов и средств измерения при разработке систем контроля качества сырья и продукции химико-технологических процессов и окружающей среды.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- методы и средства измерения качественных характеристик веществ и материалов химико-технологических процессов;
- системы контроля качества продуктов химико-технологических процессов и окружающей среды.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.7	ИД-1ПК-2.7	Знает законодательство Российской Федерации, регламентирующее вопросы единства измерений и метрологического обеспечения; нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы выбора методов и средств измерений; нормативные и методические документы, регламентирующие работы по метрологическому обеспечению в организации; нормативные и методические документы, регламентирующие условия проведения измерений; области применения методов измерений; технические характеристики, конструктивные особенности, назначение и принципы применения средств измерений; показатели качества продукции и параметров технологического процесса.	Знает законодательство Российской Федерации, регламентирующее вопросы единства измерений и метрологического обеспечения; нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы выбора методов и средств измерений; нормативные и методические документы, регламентирующие работы по метрологическому обеспечению в организации; нормативные и методические документы, регламентирующие условия проведения измерений; области применения методов измерений; технические характеристики, конструктивные особенности, назначение и принципы применения средств измерений; показатели качества продукции и параметров технологического процесса	Дифференцированный зачет
ПК-2.7	ИД-2ПК-2.7	Умеет анализировать возможности методов и средств измерений; применять измерительное оборудование, необходимое для проведения измерений; получать, интерпретировать и анализировать результаты измерений; рассчитывать погрешности	Умеет анализировать возможности методов и средств измерений; применять измерительное оборудование, необходимое для проведения измерений; получать, интерпретировать и анализировать результаты измерений; рассчитывать погрешности (неопределенности) результатов измерений	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		результатов измерений		
ПК-2.7	ИД-3ПК-2.7	Владеет навыками определения параметров изделия, влияющих на выбор средств измерений; определения допускаемой погрешности измерений; выбора методов и средств измерений; выбора вариантов использования средств измерений и условий проведения измерений; подготовки к проведению измерений для определения действительных значений контролируемых параметров; проведения измерительного эксперимента; обработки результатов измерений; документирования результатов измерений.	Владеет навыками определения параметров изделия, влияющих на выбор средств измерений; определения допускаемой погрешности измерений; выбора методов и средств измерений; выбора вариантов использования средств измерений и условий проведения измерений; подготовки к проведению измерений для определения действительных значений контролируемых параметров; проведения измерительного эксперимента; обработки результатов измерений; документирования результатов измерений	Защита лабораторной работы
ПК-2.8	ИД-1ПК-2.8	Знает нормативные и методические документы, регламентирующие работы по метрологическому обеспечению в организации; принципы нормирования точности измерений области применения методов измерений; конструктивные особенности и принципы работы средств измерений; технологические возможности и области применения средств измерений	Знает нормативные и методические документы, регламентирующие работы по метрологическому обеспечению в организации; принципы нормирования точности измерений области применения методов измерений; конструктивные особенности и принципы работы средств измерений; технологические возможности и области применения средств измерений	Дифференцированный зачет
ПК-2.8	ИД-2ПК-2.8	Умеет анализировать производственно-техническую документацию; оценивать требуемую точность измерений; определять требования к	Умеет анализировать производственно-техническую документацию; оценивать требуемую точность измерений; определять требования к условиям	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		условиям проведения измерений; оформлять производственно-техническую документацию в соответствии с действующими требованиями	проведения измерений; оформлять производственно-техническую документацию в соответствии с действующими требованиями	
ПК-2.8	ИД-3ПК-2.8	Владеет навыками проверки наличия в подразделении документов, регламентирующих методики измерений и испытаний, с отметкой или свидетельством об аттестации; контроля соответствия применяемых средств измерений, условий измерений, порядка подготовки и выполнения измерений, обработки и оформления результатов измерений требованиям, указанным в документе, регламентирующем методику; контроля соблюдения действующих нормативных требований к обеспечению точности результатов измерений; контроля соответствия квалификации операторов, выполняющих измерения, уровню, регламентированному в документе; разработки графика метрологического надзора за подразделениями; оформления результатов метрологического надзора; контроля выполнения мероприятий по устранению обнаруженных нарушений.	Владеет навыками проверки наличия в подразделении документов, регламентирующих методики измерений и испытаний, с отметкой или свидетельством об аттестации; контроля соответствия применяемых средств измерений, условий измерений, порядка подготовки и выполнения измерений, обработки и оформления результатов измерений требованиям, указанным в документе, регламентирующем методику; контроля соблюдения действующих нормативных требований к обеспечению точности результатов измерений; контроля соответствия квалификации операторов, выполняющих измерения, уровню, регламентированному в документе; разработки графика метрологического надзора за подразделениями; оформления результатов метрологического надзора; контроля выполнения мероприятий по устранению обнаруженных нарушений	Защита лабораторной работы
ПК-2.9	ИД-1ПК-2.9	Знает нормативные и	Знает нормативные и	Дифференци

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		методические документы, регламентирующие вопросы поверки (калибровки) средств измерений; нормативные и методические документы, регламентирующие работы по метрологическому обеспечению в организации; области применения методов измерений; конструктивные особенности и принципы работы средств измерений; технологические возможности и области применения средств измерений; методики и средства поверки (калибровки) средств измерений; методы расчета погрешностей результатов измерений	методические документы, регламентирующие вопросы поверки (калибровки) средств измерений; нормативные и методические документы, регламентирующие работы по метрологическому обеспечению в организации; области применения методов измерений; конструктивные особенности и принципы работы средств измерений; технологические возможности и области применения средств измерений; методики и средства поверки (калибровки) средств измерений; методы расчета погрешностей (неопределенностей) результатов измерений	рованный зачет
ПК-2.9	ИД-2ПК-2.9	Умеет использовать измерительное оборудование, необходимое для проведения измерений; применять методики и средства поверки (калибровки) средств измерений; рассчитывать погрешности (неопределенности) результатов измерений; оформлять результаты поверки (калибровки) средств измерений.	Умеет использовать измерительное оборудование, необходимое для проведения измерений; применять методики и средства поверки (калибровки) средств измерений; рассчитывать погрешности (неопределенности) результатов измерений; оформлять результаты поверки (калибровки) средств измерений	Защита лабораторной работы
ПК-2.9	ИД-3ПК-2.9	Владеет навыками разработки методик калибровки средств измерений; выполнения действий, предусмотренных методикой калибровки средств измерений; выполнения действий,	Владеет навыками разработки методик калибровки средств измерений; выполнения действий, предусмотренных методикой калибровки средств измерений; выполнения действий,	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		предусмотренных методикой поверки средств измерений	предусмотренных методикой поверки средств измерений	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	34	34	
- лабораторные работы (ЛР)	36	36	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				
Методы и средства контроля качества продукции ХТП.	6	6	0	6
Тема 1. Основные понятия и определения Основные понятия дисциплины: качество, показатель качества, вещество, анализируемое вещество, концентрация, анализируемая смесь. Тема 2. Методы и средства контроля качества продукции ХТП, классификация методов. Методы измерения качества продукции ХТП, их классификация. Классификация бинарных методов измерения.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Теоретические основы анализа бинарных смесей.	6	6	0	8
Тема 3. Динамические характеристики автоматических анализаторов. Структура автоматического анализатора и его динамические характеристики. Включение средств измерения в промышленные системы измерения качества веществ и материалов. Тема 4. Теоретические основы анализа бинарных смесей. Теоретические основы анализа состава бинарных и многокомпонентных смесей, лежащие в основе методов измерения, а также в основе принципов измерения.				
Термокондуктометрические и электрохимические анализаторы.	6	10	0	12
Тема 5. Газовый анализ. Магнитные, термомагнитные газоанализаторы. Термокондуктометрические газоанализаторы. Термохимические газоанализаторы. Методы и принципы измерения, конструкции приборов и их характеристики. Сорбционные анализаторы. Тема 6. Электрохимические методы анализа. Электрокондуктометрические методы анализа. Контактные и бесконтактные. Потенциометрические анализаторы. Температурная компенсация и способы ее реализации. Диэлькометрические методы анализа. Кулонометрия. Методы и принципы измерения, конструкции приборов и их характеристики.				
Оптические анализаторы	6	8	0	12
Тема 7. Оптические методы анализа Оптические методы анализа. Фотоэлектрические рефрактометры. Абсорбционно-оптический метод. Тема 8. Анализаторы поглощения ИК и УФ излучения. Абсорбционные ультрафиолетовые анализаторы. Анализаторы инфракрасного поглощения.				
Хроматография.	6	6	0	12
Тема 9. Газовая хроматография. Теоретические основы хроматографического метода анализа, структура хроматографических приборов, виды выходных сигналов. Основные элементы приборов. Тема 10. Жидкостная хроматография. Хроматографические детекторы. Теоретические основы и отличия от газовой хроматографии. Ионизационные газоанализаторы. Пламенный ионизационный газоанализатор. Фотометрический газоанализатор. Хемилюминесцентный газоанализатор.				
Масс-спектрометрия.	4	0	0	22

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 11. Масс-спектрометр с разделением ионов в магнитном поле. Теоретические основы масс-спектрометрии, классификация. Конструкция и метод масс-спектрометрии с разделением ионов в магнитном поле. Тема 12. Масс-спектрометр с разделением ионов по времени. Конструкция теоретические основы метода масс-спектрометрии с разделением ионов по времени. Тема 13. Системы сбора и обработки аналитической информации Системы сбора и обработки аналитической информации в химической промышленности. Автоматизированные системы контроля загрязнения окружающей среды (природных и сточных вод, воздушной среды, почвы). Стационарные и передвижные станции контроля.				
ИТОГО по 7-му семестру	34	36	0	72
ИТОГО по дисциплине	34	36	0	72

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Поверка, калибровка, оценка влияния окружающей среды и компенсация этого влияния на электрокондуктометрический анализатор.
2	Градуировка сигнализатора дозрывоопасных концентраций токсичных взрывоопасных газов и определение состава анализируемой смеси.
3	Калибровка, поверка, изучение характеристик потенциометрического анализатора, определение рН смеси.
4	Методика проведения хроматографического анализа, оценка результатов анализа.
5	Многокомпонентный газовый анализ, градуировка, определение метрологических характеристик газоанализатора, оценка влияния сопутствующих компонентов на результаты анализа.
6	Реализация системы сбора и обработки информации с аналитических устройств в химической промышленности.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Кулаков М. В. Технологические измерения и приборы для химических производств : учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Альянс, 2018. 424 с.	3
2	Кулаков М. В. Технологические измерения и приборы для химических производств : учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. Подольск : Промиздат, 2008. 424 с.	195

3	Шумихин А. Г., Вялых И. А. Методы и автоматизированные системы аналитического контроля технологических процессов и окружающей среды. Методы и автоматизированные системы промышленного аналитического экологического контроля. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012. 178 с. 11,25 усл. печ. л.	20
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Николайкин Н. И., Николайкина Н. Е., Мелехова О. П. Экология : учебник для вузов. 5-е изд., испр. и доп. М. : Дрофа, 2006. 622 с.	1
2	Промышленный экологический анализ : учебное пособие / Уланова Т. С., Онорин С. А., Шумихин А. Г., Батракова Г. М., Белоглазова Т. Н. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2001. 179 с.	12
3	Фарзани Н. Г., Илясов Л. В., Азим-заде А. Ю. Технологические измерения и приборы : учебник для вузов. Стер. Москва : Альянс, 2017. 456 с.	16
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Вялых И. А. Автоматический газовый хроматографический анализ : учебное пособие. Ч. 1. Ч. 2. Теоретические основы и аппаратное оформление. Учебный и научно-исследовательский практикумы / И. А. Вялых, А. Г. Шумихин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2796	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Сажин С. Г. Приборы контроля состава и качества технологических сред / Сажин С. Г. - Санкт-Петербург: Лань, 2012	http://elib.pstu.ru/Record/lan3552	локальная сеть; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Методы и автоматизированные системы промышленного аналитического экологического контроля / А. Г. Шумихин, И. А. Вялых. - Пермь: , Изд-во ПНИПУ, 2012. - (Методы и автоматизированные системы аналитического контроля технологических процессов и окружающей сре	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3464	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
	Не требуется

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки	https://dvs.rsl.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Интегрированная система сбора данных «Система мониторинга показателей качества» на основе системы управления DeltaV	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Лабораторная установка «Измерение дозврывоопасных концентраций» на основе Сигнализатора СТМ 30-02	1
Лабораторная работа	Лабораторная установка «Кондуктометрия» на базе кондуктометра МАРК-602	1
Лабораторная работа	Лабораторная установка «Потенциометрия» на базе рН-метра Мультиплекс ИПЛ-301	1
Лабораторная работа	Лабораторная установка «Хроматографический анализ» на базе Хроматографа "Хроматек-Кристалл 5000М"	1
Лабораторная работа	Лабораторный стенд «Многоканальный газовый анализ» на основе Газоанализатора ГАММА-100 в комплекте	1
Лекция	Проектор, ноутбук, экран, доска, парты	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе