

УТВЕРЖДАЮ
 Первый проректор, проректор по
 УР

А.Е. Рудин

«30» июня 2020 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.1.1

(Индекс дисциплины)

Автоматизированные системы обработки экспериментальных данных

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **18** Инженерной химии и промышленной экологии

Код

Наименование кафедры

Направление подготовки: 04.06.01 Химические науки

Направленность: Экология

Уровень образования: подготовка кадров высшей квалификации

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	180		180
	Аудиторные занятия	63		63
	Лекции	21		21
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	42		42
	Самостоятельная работа	117		117
	Промежуточная аттестация			
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	3		3
	Контрольная работа			
	Курсовой проект (работа)			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		5		5

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная			5									
Очно-заочная												
Заочная			5									

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по соответствующему направлению подготовки

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
 Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины –

сформировать у обучающихся углубленные знания о принципах, структуре, математическом, информационном и программном обеспечении современных средств измерений с компьютерным управлением, а также систематизировать и расширить знания, умения и навыки в области обработки экспериментальных данных с построением математических моделей статистическими методами.

1.3. Задачи дисциплины

- сформировать у обучающихся представление о преобразовании сигналов в современных средствах измерения с автоматизированной обработкой данных на компьютерах, включенных в схему управления оборудованием, и их обработке;
- подготовить обучающихся к квалифицированному анализу экспериментальных данных с использованием типовых математических пакетов (регрессионный и корреляционный анализ с применением математических программных пакетов и систем).

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-3	способность самостоятельно вести научные исследования в избранной области экологии и готовность представлять результаты деятельности в виде научных отчетов, публикаций, докладов	Первый
Планируемые результаты обучения Знать: 1) математические основы обработки данных эксперимента Уметь: 1) использовать универсальные и специализированные программные пакеты для обработки экспериментальных данных Владеть: 1) навыками практического применения программных пакетов для обработки экспериментальных данных		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п. 1.4:

Научно-исследовательская деятельность (ПК-3).

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Выделяемое время (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Информационные технологии как инструмент научной работы.			
Тема 1. Информационный поиск в компьютерных сетях и представление результатов научного поиска в электронном виде.	12		12
Тема 2. Хранение и систематизация данных в базах данных и электронных таблицах	20		20

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Выделяемое время (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Текущий контроль 1 (опрос)	2		2
Учебный модуль 2. Современные технические средства автоматизации измерений			
Тема 3. Структура измерительных комплексов с компьютерным управлением.	14		14
Тема 4. Математические и метрологические основы обработки результатов измерений в автоматизированных измерительных комплексах.	20		20
Текущий контроль 2 (опрос)	2		2
Учебный модуль 3. Математические и программные аспекты обработки экспериментальных данных.			
Тема 5. Предварительный анализ данных и выбор формы уравнения.	14		14
Тема 6. Эмпирические математические модели – назначение, получение, использование.	14		14
Тема 7. Линейная и нелинейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Оценка коэффициентов в нелинейных моделях	20		20
Тема 8. Реализация методов обработки данных в математических программах и средах (на примере Mathcad, MATLAB и др.).	20		20
Текущий контроль 2 (решение контрольных задач)	2		1
Учебный модуль 4. Планирование эксперимента. Оптимизационный эксперимент			
Тема 9. Основные этапы планирования эксперимента и обработки данных. Работа в среде обучающей программы.	16		16
Тема 10. Планирование и реализация эксперимента, направленного на поиск оптимальных параметров проведения процесса (оптимизационный эксперимент).	14		14
Текущий контроль 4 (самостоятельная работа в обучающей программе)	2		2
Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)	8		8
ВСЕГО:	180		180

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1.	3	2			3	2
2.	3	2			3	2
3.	3	2			3	2
4.	3	2			3	2
5.	3	2			3	2
6.	3	2			3	2
7.	3	3			3	3
8.	3	2			3	2
9.	3	2			3	2
10.	3	2			3	2
ВСЕГО:		21				21

3.2. Практические и семинарские занятия

Номер изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Сетевые информационные ресурсы и их использование (семинар)	3	4			3	4

Номер ра изуча емых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
2	Электронные таблицы как простейшие базы данных: структурирование данных, размещение в таблице, фильтрация (решение задач на компьютере)	3	6			3	6
3	Изучение структуры измерительного комплекса с компьютером в контуре управления (семинар)	3	2			3	2
4	Особенности обработки непрерывных и дискретных сигналов (решение задач на компьютере)	3	4			3	4
5	Подходы к предварительному анализу данных эксперимента (семинар, расчеты на компьютере)	3	4			3	4
6	Типы математических моделей и подходы к их построению (семинар)	3	2			3	2
7, 8	Изучение программных средств построения эмпирических математических моделей (решение задач на компьютере)	3	10			3	10
9	Постановка планированного эксперимента и обработка его результатов (семинар, расчеты на компьютере)	3	6			3	6
10	Градиентный метод поиска оптимальных параметров при реализации экспериментального исследования (расчетное занятие)	3	4			3	4
ВСЕГО:			42				42

3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

5. ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1–2	Опрос	3	2			3	2
3	Решение контрольных задач	3	1			3	1
4	Самостоятельная работа в обучающей программе	3	1			3	1

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	3	50			3	50
Подготовка к практическим (семинарским) и лабораторным занятиям	3	59			3	59
Подготовка к зачету ³	3	8			3	8

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
ВСЕГО:		117				117

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Лекция с презентацией; лекция-диалог; проблемная лекция	10		10
Практические занятия	Дискуссия, анализ проблемных ситуаций, решение практических задач на компьютере	16		16
Лабораторные занятия	Не предусмотрены			
ВСЕГО:		26		26

7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

Перечень и параметры оценивания видов деятельности обучающегося

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Аудиторная активность: посещение лекций и лабораторных занятий, прохождение текущей аттестации	30	<ul style="list-style-type: none"> 2 балла за посещение каждой лекции (всего 10 лекций в семестре), максимум 20 баллов; 4 балла за каждое активное участие в практическом занятии (всего 9 тем в семестре), максимум 36 баллов; до 11 баллов за каждый успешно пройденный текущий контроль (всего 4 в семестре), максимум 44 баллов
2	Подготовка и представление устных докладов, либо участие в студенческой конференции «Инновации молодежной науки» с публикацией тезисов доклада	30	<ul style="list-style-type: none"> 50 баллов за доклад на занятии (всего 1 доклад в семестре), максимум 50 баллов; 50 баллов за публикацию тезисов доклада на конференции, либо до 50 баллов за доклад, максимум 50 баллов.
3	Сдача зачета	40	<ul style="list-style-type: none"> Ответ на теоретический вопрос 40 баллов (полнота, владение терминологией, затраченное время, всего 1 вопрос) – максимум 40 баллов; Выполнение практического задания – до 60 баллов за задание, максимум 60 баллов.
Итого (%):		100	

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка по нормативной шкале
40 - 100	Зачтено
0 – 39	Не зачтено

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1.1 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная учебная литература

1. Латышенко К.П. Информационно-измерительные системы для экологического мониторинга [Электронный ресурс]/ К.П. Латышенко, А.А. Попов— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 309 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20392.html>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

2. Киселева, И. А. Моделирование эколого-экономических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ И. А. Киселева – Электрон. текстовые данные. – М.: Евразийский открытый институт, 2011. – 120 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10790>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

3. Бусыгин, Н. Ю. Методы и средства автоматизированных расчетов в экологии. Решение задач в среде Mathcad: интерактивное учеб. пособие [Электр. издание] / Н. Ю. Бусыгин. – СПб., СПГУТД, 2014. – Рег. № 0321400598 (Информрегистр). – Режим доступа: <http://publish.sutd.ru/mathcad> – свободный доступ; http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2178, по паролю.

б) дополнительная литература и другие информационные источники

1. Современные проблемы экологии и природопользования [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Т.Г. Зеленская [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2013.— 124 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47355.html>.— ЭБС «IPRbooks».

2. Нововселов А.Л. Модели и методы принятия решений в природопользовании [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов / А.Л. Нововселов, И.Ю. Нововселова— Электрон. текстовые данные.— М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2015.— 383 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40468.html>.— ЭБС «IPRbooks»

3. Коробова Л.А. Программные математические комплексы. Практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Л.А. Коробова, С.Н. Черняева, И.Е. Медведкова.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2014.— 68 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47442.html>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Спицкий С. В. Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся: методические указания / С. В. Спицкий. – СПб.: СПбГУПТД, 2015. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2015811, по паролю.

2. Караулова, И. Б. Организация самостоятельной работы обучающихся / И. Б. Караулова, Г. И. Мелешкова, Г. А. Новоселов. – СПб.: СПГУТД, 2014. – 26 с. – Режим доступа http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2014550, по паролю.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. ЭБС «IPRbooks», <http://www.iprbookshop.ru>
2. ЭБС «СПбГУПТД», <http://publish.sutd.ru>
3. ГУП Водоканал Санкт-Петербурга www.vodokanal.spb.ru/

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Информационный поиск в сети Интернет (программное обеспечение – любой браузер)
Офисный пакет Microsoft Office.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Мультимедийное оборудование (видеопроектор с экраном, компьютер или ноутбук).
Компьютерный класс с постоянным подключением к Интернету.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Презентации по темам лекций.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Лекции обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. На лекциях излагается основное содержание курса, иллюстрируемое конкретными примерами, широко используется зарубежный и отечественный опыт по соответствующей тематике. Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ: <ul style="list-style-type: none"> • проработка рабочей программы в соответствии с целями и задачами, структурой и содержанием дисциплины; • конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.
Практические занятия	Разъясняют теоретические положения дисциплины; обучающиеся овладевают основными знаниями о технологии получения эмпирических математических моделей в ходе обработки экспериментальных данных.
Лабораторные занятия	<i>Не предусмотрены</i>
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и других источников информации, а также подготовки к опросам и зачету. При подготовке к зачету необходимо ознакомиться с демонстрационным вариантом задания (перечнем вопросов), проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-3/Первый	<p>Формулирует цели и задачи обработки экспериментальных данных, перечисляет возможные операции с данными и их последовательность</p> <p>Перечисляет доступные программные пакеты, поддерживающие функции обработки данных, описывает их возможности и ограничения, характеризует входные и выходные данные</p> <p>Подготавливает исходные данные в соответствии с описанием программных пакетов, выполняет расчеты, анализирует полученные результаты, оценивает качество эмпирических моделей</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированное задание</p>	<p>Перечень вопросов для устного собеседования (23 вопроса)</p> <p>Перечень заданий (4 задания)</p>

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
40 – 100	Зачтено	Обучающийся принял активное участие в семинарах, представил презентации к своим сообщениям, уверенно ответил на вопросы

		преподавателя и выполнил практическое задание, возможно допуская несущественные ошибки в ответе. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
0 – 39	Не зачтено	Обучающийся не проявил активности на семинарах, не представил презентации к своим сообщениям, не ответил на вопросы преподавателя и/или не выполнил практическое задание, допускал существенные ошибки в ответе, свидетельствующие о недостаточном понимании предмета. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов (тестовых заданий), разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопроса (задания)	Номера тем
1	Общие принципы информационного поиска в компьютерных сетях. Автоматизация процессов сбора и хранения данных	1
2	Построение рациональной системы хранения научных данных. Программные и технические средства хранения данных.	1
3	Обеспечение безопасных условий хранения данных.	2
4	Базы данных, системы управления базами данных. Запросы и их обработка.	2
5	Общие принципы построения измерительных комплексов с компьютерным управлением	3
6	Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи – назначение и использование	3
7	Математические основы обработки данных в измерительных комплексах.	4
8	Шум. Сглаживание данных. Погрешность измерений.	4
9	Общий принцип построения эмпирических математических моделей статистическими методами	5
10	Выбор исследуемых параметров (аргументов) на этапе предварительного анализа объекта исследования.	5
11	Обоснование выбора формы уравнения.	6
12	Типовые методы получения эмпирических математических моделей и основные этапы реализации задачи.	6
13	Понятие линейной и нелинейной регрессии.	7
14	Принцип наименьших квадратов и его реализация для случая линейной регрессии.	7
15	Применение метода наименьших квадратов к оценке коэффициентов в нелинейных уравнениях	7
16	Реализация некоторых задач регрессионного анализа в MS Excel	8
17	Основные функции, реализующие нелинейную и линейную регрессию, в математической среде Mathcad	8
18	Основные этапы планирования эксперимента	9
19	Воспроизводимость данных. Оценка возможной погрешности измерений	9
20	Планы 2 ^k . Построение многоуровневых многофакторных планов. Рандомизация последовательности реализации опытов.	9
21	Особенности обработки данных планированного эксперимента	9
22	Планирование и реализация оптимизационного эксперимента	10
23	Выбор направления исследований градиентным методом	10

10.2.2. Перечень тем докладов (рефератов, эссе, пр.), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

Не предусмотрены.

Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1.	Проанализируйте уравнение	Уравнение линейно в логарифмических координатах: функция отклика $y = \ln(k)$, единственный фактор

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
	<p>Аррениуса $k = k_0 e^{-\frac{E}{RT}}$ с точки зрения подхода к оценке предэкспоненциального множителя и энергии активации методом линейной регрессии. Определите вид функции отклика и факторов. Предложите программные средства решения задачи.</p>	<p>$z_1 = -\frac{1}{RT}$. Методом линейной регрессии определяются коэффициенты $\beta_0 = \ln(k_0)$, $\beta_1 = E$. Способы решения: построение линии тренда в MS Excel или с помощью функции linfit в среде Mathcad.</p>
2	<p>Схема сложного химического взаимодействия описывается как</p> $2A_1 \xrightarrow{k_1} A_2 \xrightarrow{k_2} A_3$ $A_3 + A_4 \xrightleftharpoons[k_4]{k_3} 2A_5$ <p>Известны начальные концентрации всех компонентов, константы скоростей 1, 2 и 4 реакций. В ходе эксперимента снята кинетическая кривая для вещества A_3. Предложите подход к оценке неизвестной константы скорости k^3.</p>	<p>Неизвестную константу скорости можно подобрать, решая задачу минимизации отклонений расчетных и экспериментальных значений концентраций третьего компонента (например, с помощью функции Minimize в Mathcad). Расчетные концентрации определяются из кинетических уравнений.</p> <p>В приведенной схеме реакций 4 стадии, скорости которых по закону действующих масс вычисляются как</p> $r_1 = k_1 C_1^2; \quad r_2 = k_2 C_2;$ $r_3 = k_3 C_3 C_4; \quad r_4 = k_4 C_5^2.$ <p>Уравнения кинетики:</p> $\frac{dC_1}{d\tau} = -2r_1 = -2k_1 C_1^2$ $\frac{dC_2}{d\tau} = r_1 - r_2 = k_1 C_1^2 - k_2 C_2$ $\frac{dC_3}{d\tau} = k_2 C_2 - k_3 C_3 C_4 + k_4 C_5^2$ $\frac{dC_4}{d\tau} = -k_3 C_3 C_4 + k_4 C_5^2$ $\frac{dC_5}{d\tau} = 2k_3 C_3 C_4 - 2k_4 C_5^2$ <p>Система уравнений решается любым численным методом с определением концентраций третьего компонента в те же моменты времени, где снята экспериментальная кривая.</p>

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена и порядок ликвидации академической задолженности

Определяются Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета)

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная*

*В случае указания формы «Иная» требуется дать подробное пояснение

10.3.3. Особенности проведения экзаменов

- время на подготовку к устному собеседованию составляет 20 минут;
- выполнение практико-ориентированного задания составляет 40 минут.