

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

« 15 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Экспериментально-статистические методы в системном анализе

(наименование)

Форма обучения: очная

(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат

(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 180 (5)

(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 27.03.03 Системный анализ и управление

(код и наименование направления)

Направленность: Информационные технологии и управление в
нефтегазопереработке и химической промышленности

(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины - формирование системы знаний, навыков и умений экспериментально-статистического исследования характеристик химико-технологических объектов и систем управления, статистического оценивания наблюдений и идентификации химико-технологических процессов, как объектов управления, формальными математическими моделями, необходимых для осуществления видов профессиональной деятельности.

Задачи учебной дисциплины

- изучение методов статистической обработки случайных наблюдений параметров объекта и случайных процессов на входе и выходе; методов и алгоритмов структурной и параметрической идентификации динамических и статических режимов технологических процессов, как объектов управления, на основе экспериментальных выборочных наблюдений за параметрами процессов;
- формирование умений идентификации объектов управления с использованием вычислительного эксперимента на имитационных моделях технологических объектов, методами экспериментального исследования их динамических и статических характеристик;
- формирование навыков работы с современными методами и математическим аппаратом, применяемым при идентификации химико-технологических процессов, как объектов управления, формальными математическими моделями.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- формальные математические модели, методы и алгоритмы, применяемые для идентификации химико-технологических процессов и систем как объектов управления;
- методы и алгоритмы статистической обработки экспериментальных наблюдений за параметрами технологических процессов;
- методики исследования алгоритмов идентификации управляемых химико-технологических объектов на ЦЭВМ с применением моделирования на имитационных моделях объектов;
- адаптивные алгоритмы оперативной коррекции математических моделей, применяемых в составе алгоритмического (программного) обеспечения систем управления, по результатам текущих наблюдений параметров химико-технологических процессов.

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-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает цели и задачи проводимых исследований и разработок; методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в области статистического анализа экспериментальных данных; методы и средства планирования и организации проведения статистического исследования объектов управления; методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки экспериментальной статистической информации.	Знает цели и задачи проводимых исследований и разработок; методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований; методы и средства планирования и организации исследований и разработок; методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации.	Экзамен
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет применять нормативную документацию в соответствующей области знаний; оформлять результаты научно-исследовательских работ; применять методы анализа научно-технической информации.	Умеет применять нормативную документацию в соответствующей области знаний; оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; применять методы анализа научно-технической информации;	Защита лабораторной работы
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками сбора, обработки, анализа и обобщения передового отечественного и международного опыта в области экспериментальных исследований; сбора, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в области управления; подготовки предложений для составления планов и методических программ исследований и	Владеет навыками проведения маркетинговых исследований научно-технической информации; сбора, обработки, анализа и обобщения передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований; сбора, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний; подготовки	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
		разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов; внедрения результатов исследований и разработок в соответствии с установленными полномочиями.	предложений для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов; внедрения результатов исследований и разработок в соответствии с установленными полномочиями;	

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:	66	66	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	24	24	
- лабораторные работы (ЛР)	24	24	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	78	78	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

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				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Общие понятия, характеристики случайных величин.	4	2	2	12
Тема 1. Понятие случайной величины (СВ). Точечные оценки СВ. Основные понятия идентификации, случайная величина, выборка, алгоритмы получения выборки. Точечные характеристики случайных величин и их оценки. Тема 2. Законы распределения СВ Ряд распределения. Интегральный и дифференциальный законы распределения СВ, их свойства (и следствия), графическое представление. Численные характеристики дискретных и непрерывных СВ, свойства. Мода, медиана, дисперсия, СКО, начальные и центральные моменты, асимметрия, эксцесс.				
Статистические законы распределения случайных величин.	4	6	4	15
Тема 3. Распределение Пуассона, показательное распределение, Интегральное распределение, Равномерное распределение. Законы распределения СВ. Биноминальное распределение, распределение Пуассона, показательное распределение, интегральное распределение, равномерное распределение, их числовые характеристики. Тема 4. Нормальное распределение. Нормированное нормальное распределение. Правило трех сигм. Нормальное распределение. Нормированное нормальное распределение, их числовые характеристики. Правило трех сигм. Тема 5. Распределение Пирсона, Распределение Стьюдента, Распределение Фишера. Статистические законы распределения случайных величин, их численные характеристики.				
Проверка статистических гипотез и оценка СВ.	6	4	4	14
Тема 6. Точечные и интервальные оценки математического ожидания и дисперсии. Точечные и интервальные статистические оценки параметров распределения, их свойства. Методика построения доверительных интервалов на примере среднего значения и дисперсии. Совместные функции распределения СВ, их свойства. Понятие ковариации и ее оценки. Нормированный показатель связи. Тема 7. Понятие и виды статистических гипотез, критерии проверки гипотез оценки математического ожидания и дисперсии СВ. Статистическая гипотеза, понятие, виды. Принцип проверки статистической гипотезы. Критическая область. Ошибки проверки гипотезы. Понятие уровня значимости. Стандартные критерии для проверки гипотез математического				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
ожидания, дисперсии СВ. Сравнение дисперсий генеральной совокупности и нормальной выборки из нее.				
Регрессионный анализ.	6	8	4	18
Тема 8. Понятие регрессионного анализа. Разложение математического описания в ряд Тейлора. Составление математических моделей экспериментально-статистическими методами. Активный и пассивный эксперименты. Факторное пространство. Поверхность отклика. Разложение математического описания в полином – отрезок ряда Тейлора. Определение оценок коэффициентов уравнения по МНК. Зависимость числа коэффициентов от числа факторов и степени полинома. Методы регрессионного анализа. Эмпирическая линия регрессии, порядок построения, применение. Тема 9. Решение задачи определения параметров регрессии в общем виде. Решение задачи определения параметров регрессии в общем виде. Линейная регрессия одной переменной. Оценка связи коэффициентов регрессии. Регрессионный анализ. Условия осуществления регрессионного анализа. Определение однородности дисперсии. Регрессионный анализ. Оценка значимости коэффициентов регрессии. Проверка адекватности. Тема 10. Методы регрессии. Параболическая регрессия. Трансцендентная регрессия. Оценка тесноты нелинейной связи. Корреляционный анализ. Линейная регрессия нескольких переменных. Регрессионный анализ в матричной форме. Матрица дисперсий-ковариаций. Оценка качества подбора функции регрессии, построение доверительных интервалов для оценок коэффициентов. Метод множественной регрессии Брандона.				
Идентификация динамических характеристик объектов управления.	4	4	2	19
Тема 11. Методика нахождения КЧХ объекта управления по реализации случайных процессов на входе и выходе объекта управления. Идентификация динамических характеристик объекта управления. Предпосылки. Порядок расчета корреляционных функций. Последовательность определения параметров передаточной функции по реализации случайных процессов на входе и выходе объекта. Методика обработки реализации случайных процессов. Определение КЧХ объекта по корреляционным функциям. Тема 12. Методика нахождения передаточной функции объекта управления				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
методом моментов ИПФ. Расчет моментов корреляционной функции. Параметрический синтез математической модели ОУ методом моментов ИПФ и корреляционных функций. Тема 13. Прогнозирование измеряемых координат процесса. Фильтрация и сглаживание. Прогнозирование измеряемых координат процесса. Модель авторегрессии. Полиномиальная модель. Фильтрация и сглаживание сигналов. Алгоритм Кочмажа оперативной коррекции математической модели.				
ИТОГО по 7-му семестру	24	24	16	78
ИТОГО по дисциплине	24	24	16	78

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Построение законов распределения СВ
2	Методика расчета интервальной оценки СВ
3	Проверка статистических гипотез значимости математическо-го ожидания и дисперсии СВ
4	Методика выбора вида регрессионной зависимости и расчет коэффициентов
5	Методика определения КЧХ объекта управления по реализации случайных процессов на входе и выходе ОУ

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Определение оценок случайных величин
2	Определение итервальных оценок характеристик случайных величин
3	Регрессионный анализ
4	Идентификация динамических характеристик объекта управления по статистическим данным

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	Бекмуратов Т. Ф., Камиллов М. М., Рахимов Т. Н. Идентификация химико-технологических объектов. Ташкент : Фан, 1970. 184 с.	1
2	Бондарь А. Г., Статюха Г. А., Потяженко И. А. Планирование эксперимента при оптимизации процессов химической технологии (алгоритмы и примеры) : учебное пособие для вузов. Киев : Вища шк., 1980. 263 с.	3

3	Вершинин В. И., Перцев Н. В. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента : учебное пособие. 5-е изд., стер. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. 235 с. 12,39 усл. печ. л.	6
4	Саутин С. Н. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. Ленинград : Химия, 1975. 48 с.	3
5	Экспериментально-статистические методы получения математического описания и оптимизация сложных технологических процессов. (Симплексный метод планирования экспериментов): Вып. 4 : руководящие технические материалы. Москва : Изд-во НИИТЭХИМ, 1968. 55 с.	1
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для прикладного бакалавриата. 12-е изд. Москва : Юрайт, 2019. 479 с. 29,94 усл. печ. л.	20
2	Дубровский С. А. Прикладной многомерный статистический анализ. Москва : Финансы и статистика, 1982. 216 с.	1
3	Кориков А. М., Павлов С. Н. Теория систем и системный анализ : учебное пособие. Москва : ИНФРА-М, 2014. 287 с. 18 усл. печ. л.	1
4	Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователя : пер. с англ. Москва : Наука, 1991. 432 с.	3
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	Ахназарова С. Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии : учебное пособие для студентов химико-технологических специальностей высших учебных заведений / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров. - Москва: Высш. шк., 1985.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2515	локальная сеть; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	SciLab (лиц. CeCILL https://www.scilab.org/)
Среды разработки, тестирования и отладки	Среда разработки RStudio

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/
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	Персональный компьютер	10
Лабораторная работа	Проектор, экран, доска, ноутбук	1
Лекция	Проектор, экран, доска, ноутбук	1
Практическое занятие	Проектор, экран, доска, ноутбук	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Экспериментально-статистические методы в системном анализе
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	27.03.03 Системный анализ и управление
Направленность (профиль) образовательной программы:	Информационные технологии и управление в нефтегазопереработке и химической промышленности
Квалификация выпускника:	магистр
Выпускающая кафедра:	Оборудование и автоматизация химических производств
Форма обучения:	Очная/заочная
Курс: <u>4</u>	Семестр(ы): <u>7</u>
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	<u>5</u> ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	<u>180</u> ч
Форма промежуточной аттестации:	
Экзамен:	7 семестр

Пермь 2023г.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно рабочей программы дисциплины (РПД) освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана) и разбито на 5 учебных разделов. В каждом разделе предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (таблица 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении заданий на практических занятиях, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена.

Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВЫ)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Итоговый
	С	ТО	ОЛР	Т/КР	Экзамен
Усвоенные знания					
3.1 знать методы анализа результатов статистического эксперимента;		+		+	ТВ
3.3 знать методы статистической обработки результатов эксперимента при идентификации математических моделей объектов управления;		+		+	ТВ
Освоенные умения					
У.1 уметь работать с документами нормативной базы в области стандартизованных методик статистического контроля и управления;			+		ПЗ
У.2 уметь выбирать и применять методы обработки результатов эксперимента с целью получения математических моделей;			+		ПЗ
У.3. уметь разрабатывать алгоритмы и методики обработки результатов экспериментов и построения математических моделей объектов исследования в прикладном ПО;			+		ПЗ
Приобретенные владения					
В.1 владеть методиками обработки результатов эксперимента с получением регрессионных моделей;			+		ПЗ
В.2 владеть навыками применения для целей			+		ПЗ

обработки результатов эксперимента пакетов программ компьютерной математики, реализовывать в них необходимые методы и алгоритмы;					
--	--	--	--	--	--

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание;

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1 Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2 Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (таблица 1.1) проводится в форме защиты отчетов по лабораторным работам и рубежных контрольных работ (после изучения раздела учебной дисциплины).

2.2.1 Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам

Всего запланировано 5 лабораторных работ. Темы лабораторных работ приведены в РПД. На лабораторной работе каждому студенту дается индивидуальное задание, отличающееся числовыми исходными данными. Защита отчетов проводится каждым студентом индивидуально.

Типовые шкалы и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Результаты защиты выполненных лабораторных работ по 4-х балльной шкале оценивания знаний и умений заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2.2 Рубежная контрольная работа

Всего запланировано три рубежные контрольные работы после освоения студентами разделов дисциплины.

Типовые вопросы к контрольной работе № 1.

1. Понятие дискретной случайной величины
2. Понятие непрерывной случайной величины
3. Генеральная совокупность
4. Выборка
5. Способы организации выборки
6. функции распределения случайных величин. Интегральная. Дифференциальная.
7. Свойства функции распределения
8. Центральные моменты, математическое ожидание, дисперсия, эксцесс, мода непрерывной сл. вел., СКО, асимметрия, мода дискретной сл. вел., медиана
9. Интервальная оценка, оценка математического ожидания.
10. Совместные функции распределения случайных величин, свойства, ковариация, корреляция.

Типовые вопросы к контрольной работе № 2.

1. Биноминальное распределение, его характеристики
2. Распределение Пуассона, его характеристики
3. Равномерное распределение, его характеристики
4. Показательное распределение, его характеристики
5. Нормальное распределение, его характеристики
6. Распределение хи квадрат
7. Распределение Фишера
8. Распределение Стьюдента

Типовые вопросы к контрольной работе № 3.

1. Пассивный эксперимент
2. Активный эксперимент
3. Факторы, факторное пространство, поверхность отклика
4. Разложение модели в ряд Тейлора
5. Определение оценок коэффициентов уравнения регрессии методом МНК
6. Эмпирическая линия регрессии, исходные данные, порядок построения
7. Задача определения параметров уравнения регрессии. ее решение в общем виде
8. Линейная регрессия от одного параметра, оценка коэффициентов, расчет выборочного коэффициента корреляции
9. Регрессионный анализ, предпосылки, алгоритм проведения
10. Параболическая регрессия
11. Трансцендернтная регрессия
12. Оценка тесноты нелинейной связи
13. Метод множественной корреляции
14. Регрессионный анализ в матричной форме
15. Определение уравнений множественной регрессии методом Брандона

Типовые вопросы к контрольной работе № 4.

1. Гипотеза, виды, статистический критерий. Критическая область, виды. Виды ошибок.
2. Сравнение двух дисперсий нормальных генеральных совокупностей.
3. Сравнение выборочной средней с гипотетической генеральной средней нормальной совокупности.

4. Сравнение двух средних нормальных генеральных совокупностей с неизвестными дисперсиями
5. Проверка гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности, критерий согласия Пирсона.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Результаты рубежных (промежуточных) контрольных работ по 4-балльной шкале оценивания знаний, умений и владений заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен.

К сдаче экзамена допускаются студенты, которые выполнили:

- весь объем самостоятельной работы, предусмотренный заданиями для практических занятий;
- успешно защитили отчеты по лабораторным работам, предусмотренные рабочей программой;
- аттестованы по результатам рубежного контроля, предусмотренного рабочей программой.

Экзамен проводится в устной или письменной форме по экзаменационным билетам. Билет включает теоретические вопросы и практическое задание.

Экзаменатору предоставляется право задавать студенту дополнительные вопросы по программе данного курса.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций. Некоторые типовые вопросы и задания для экзамена приведены в п. 2.3.1.

Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1 Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Статистические методы. Понятие оценки. Математическое ожидание. Оценка вероятности появления события для дискретной СВ.
2. Закон распределения СВ. Ряд распределения. Интегральный закон распределения СВ, его свойства (и следствия), графическое представление, примеры.
3. Плотность распределения: определение, свойства, графическое представление.
4. Численные характеристики дискретных и непрерывных СВ, свойства (математическое ожидание), примеры.
5. Мода СВ. Случаи нескольких мод. Медиана. Дисперсия. СКО. Начальные и центральные моменты.
6. Коэффициент асимметрии, эксцесса. Нормированная СВ.
7. Законы распределения СВ. Биноминальное распределение, его числовые характеристики.
8. Законы распределения СВ. Распределение Пуассона, его числовые характеристики. Показательное распределение, его числовые характеристики.
9. Законы распределения СВ. Интегральное распределение, его числовые характеристики. Равномерное распределение, его числовые характеристики.

10. Законы распределения СВ. Нормальное распределение, его числовые характеристики. Нормированное нормальное распределение, его числовые характеристики. Правило трех сигм.
11. Законы распределения СВ. Распределение Пирсона, его числовые характеристики.
12. Законы распределения СВ. Распределение Стьюдента, его числовые характеристики.
13. Законы распределения СВ. Распределение Фишера, его числовые характеристики.
14. Статистические оценки параметров распределения, их свойства. Точечная, интервальная.
15. Методика построения доверительных интервалов на примере среднего значения.
16. Определение доверительного интервала для дисперсии СВ. Свойства интервальных оценок СВ.
17. Совместные функции распределения СВ, их свойства. Понятие ковариации и ее оценки. Нормированный показатель связи, его характеристика
18. Проверка статистических гипотез. Понятие, виды гипотезы, примеры. Понятие статистического критерия.
19. Принцип проверки статистической гипотезы. Критическая область. Ошибки проверки гипотезы. Понятие уровня значимости.
20. Стандартные критерии для проверки гипотез математического ожидания, дисперсии СВ.
21. Сравнение дисперсий генеральной совокупности и нормальной выборки из нее.
22. Составление математических моделей экспериментально-статистическими методами. Активный и пассивный эксперименты. Факторное пространство. Поверхность отклика.
23. Разложение математического описания в полином – отрезок ряда Тейлора. Определение оценок коэффициентов уравнения по МНК. Зависимость числа коэффициентов от числа факторов и степени полинома.
24. Методы регрессионного анализа. Эмпирическая линия регрессии, порядок построения, применение.

Типовые практические задания для контроля освоенных умений и владений:

1. Среднее значение температуры 2255оС, получено по 6 независимым измерениям. Погрешность метода измерения 10оС. Определить с вероятностью 0,95 интервал, в границах которого лежит измеряемое значение температуры.
2. Средняя концентрация фтора по 9 измерениям в корме 0,15 %, ошибка воспроизводимости 0,03%. При вероятности 0,95 определить возможную максимальную концентрацию фтора.
3. Требуется сопоставить точность работы двух анализаторов при уровне значимости 0,01. Считая, что распределение СВ нормальное и выборки независимы.

Номер опыта	1	2	3	4	5	6	7
Результат измерения анализатора №1	88,6	84,8	85,2	81,9	85,4	84,9	85,6
Результат измерения анализатора №1	84,9	84,1	84,8	85,3	85,8		

4. Используется N газоанализаторов, откалиброванных по стандарту 3,2 %об СО в воздухе. Проверить с уровнем значимости 0,05, значимо ли среднее по выборке от стандарта.

№ газоанализатора	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Результат измерения	3,00	3,05	3,07	2,97	3,10	3,04	3,12	2,99	3,02

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2 Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Промежуточная аттестация обучающихся во время экзамена ориентирована на оценку освоения заданных компетенций по достигнутым результатам обучения по дисциплине: приобретенным знаниям, умениям, навыкам и (или) опыту работы (владение).

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов знать, уметь и владеть приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля на экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.