

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 09 » декабря 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Статистические методы планирования эксперимента,
идентификации и управления процессами химической технологии

(наименование)

Форма обучения: _____ очная

(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ магистратура

(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 252 (7)

(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и
производств

(код и наименование направления)

Направленность: Автоматизация и управление химико-технологическими
процессами и производствами

(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

формирование системы знаний, умений и навыков получения и обработки статистической информации с применением прикладных статистических методов и инструментов планирования активного эксперимента, идентификации объектов химической технологии, контроля и управления производственными процессами, обеспечивающими качество продукции.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

планы проведения оптимального активного эксперимента по изучению характеристик объектов исследования с применением входных, варьируемых на заданных планом уровнях, детерминированных испытательных воздействий; методы статистической обработки результатов планирования эксперимента по определению статических объекта управления и идентификации связей «входы объекта – выход» моделями в форме уравнений множественной регрессии; основы теории и математический аппарат искусственных нейронных сетей и нечеткой логики; идентификация на основе аппарата искусственных нейронных сетей и нечеткой логики объектов интеллектуализированных систем контроля и управления; инструменты прикладных пакетов нейронных сетей и нечеткой логики систем компьютерной математики; методы оценки значений показателей качества, уровня качества и идентификации продукции; методы выборочного статистического контроля качества; стандартизованные методики статистического контроля и управления качеством продукции и процессов; методики прикладных статистических расчетов при контроле и управлении производством продукции.

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 методы планирования и проведения эксперимента по определению характеристик связей «входы объекта – скалярный выход», методы статистической обработки результатов эксперимента при идентификации связи; метод экспертных оценок обработки априорной информации об объектах контроля и управления; основные понятия искусственного интеллекта и интеллектуальных систем управления, модели представления знаний в задачах контроля и управления на основе нейросетевых технологий и нечеткой логики, методы их построения и применения; методы оценки значений показателей качества, уровня качества и идентификации продукции; методы выборочного статистического контроля качества; стандартизованные методики прикладных статистических расчетов контроля и управления качеством продукции и процессов;	Знает основные методы анализа функционирования АСУП; национальную и международную нормативную базу в области проектирования АСУП	Контрольная работа
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	умеет работать с документами нормативной базы в области стандартизованных методик статистического контроля и управления; выбирать методы планирования эксперимента с целью получения моделей связи	Умеет применять основные методы анализа функционирования АСУП; решать задачи аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач	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
		<p>«входы объекта – выход», соответствующих задачам контроля и управления, методы экспертного оценивания априорной информации об объекте; выбирать специализированное программное обеспечение для разработки нейросетевых моделей и нечетких продукционных моделей логического ввода; выбирать статистические методы и инструменты контроля, анализа и управления состоянием качества продукции и производственных процессов;</p>		
ПК-1.1	ИД-ЗПК-1.1	<p>владеет методиками построения планов эксперимента, программирования задач обработки результатов эксперимента с получением регрессионных моделей связи "входы объекта - выход", методом рангов при экспертном оценивании априорной информации об объекте, навыками применения для целей обработки результатов эксперимента пакетов программ компьютерной математики; методами обработки информации и анализа процессов контроля и управления с использованием их нейросетевых моделей и нечетких продукционных моделей представления знаний об объекте с применением</p>	Владеет навыками разработки моделей технологических объектов и элементов АСУП	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		специализированных средств разработки нейронных сетей и средств разработки моделей на основе нечеткой логики; методиками применения прикладных статистических расчетов при управлении качеством и процессами при производстве продукции.		

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	112	112	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	54	54	
- лабораторные работы (ЛР)	27	27	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	27	27	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	104	104	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	252	252	

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
1-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
Регрессионные модели на основе методов планирования эксперимента	10	7	8	22
Полный двухуровневый факторный эксперимент. Дробный двухуровневый факторный эксперимент. Схема дисперсионного и регрессионного анализа при параллельных опытах в матрице планирования. Центральное композиционное планирование второго порядка. Ортогональное центральное композиционное планирование. Трехуровневые планы второго порядка.				
Планирование эксперимента в решении задач оптимизации технологических процессов.	6	3	3	11
Обработка априорной информации об объекте автоматизации при формировании факторного пространства на основе метода экспертных оценок. Метод рангов. Оптимизация методом крутого восхождения по поверхности отклика целевой функции (критерия оптимальности технологического процесса) Бокса-Уилсона. Симплексный метод оптимизации. Симплекс-планирование эксперимента непосредственно на объекте оптимизации.				
Искусственные нейронные сети.	10	8	4	21
Основные проблемы, решаемые в контексте нейронных сетей, в т.ч. нейрокомпьютеров, идентификации объектов и создания интеллектуальных систем управления. Модель искусственного (формального) нейрона, его биологическая параллель. Классификация нейронных сетей и их свойства. Обучение искусственных нейронных сетей (ИНС). Обучение ИНС «с учителем», алгоритм обратного распространения ошибки. Обучение ИНС «без учителя», алгоритмы обучения Хебба и Кохонена. Применение алгоритмов в задаче кластеризации. Этапы нейросетевого проекта. Области применения ИНС. Пакеты прикладных программ разработки и применения ИНС.				
Нечеткая логика (фаззи-логика) в задачах интеллектуализации систем контроля и управления процессами.	12	7	4	21
История развития теории нечетких множеств и нечеткой логики. Основная идея теории нечетких множеств и нечеткой логики, задачи контроля и управления, эффективно решаемые на основе их применения. Базовые понятия нечеткой логики. Операции с				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>нечеткими множествами.</p> <p>Процедуры (правила) нечеткого логического вывода, нечеткие отношения между нечеткими множествами.</p> <p>Алгоритмизация задач нечеткого управления, алгоритмизация задачи регулирования, процедуры фаззи-логики в задачах управления.</p> <p>Функциональная структура системы нечеткого управления на основе концепции Мамдани, порядок синтеза системы.</p> <p>Преобразование правил нечеткого логического вывода, пример базы правил. Нечеткий регулятор на основе концепции Сугено-Такачи-Канга.</p>				
<p>Основы статистических методов управления качеством продукции.</p>	6	0	4	15
<p>Показатели качества продукции, их номенклатура и применяемость.</p> <p>Методы определения значений показателей и оценки уровня качества продукции. Основы квалиметрии.</p> <p>Идентификация продукции, методы идентификации.</p> <p>Контроль в системе управления качеством продукции, классификация видов контроля качества.</p> <p>Выборочный статистический контроль. Применение методов математической статистики в организации выборочного контроля.</p> <p>Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку, по качественному признаку, по количественному признаку.</p> <p>Планы статистического контроля по альтернативному признаку.</p> <p>Статистические инструменты управления качеством.</p>				
<p>Практическое применение прикладных статистических методов при производстве продукции</p>	10	2	4	14
<p>Оценка среднего значения показателя качества продукции с учетом неравновесомости и неравнозначности получения данных о значениях показателя, среднее по гистограмме и распределению значений показателя.</p> <p>Меры разброса показателя качества при производстве продукции: дисперсия, среднее квадратическое отклонение. Выборочные оценки показателя качества продукции и уровня её дефектности (несоответствия).</p> <p>Нормальное распределение показателя качества, условия "нормальности", свойства нормального</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>распределения, методика расчетов для "нормальных" случайных значений показателя.</p> <p>Методы статистического анализа данных о промышленной продукции и процессах (расслоение выборки, корреляция, регрессия, контрольные листки).</p> <p>Статистическое управление (регулирование) технологических процессов. Статистическая устойчивость (управляемость, воспроизводимость, работоспособность процесса. Тренд технологического процесса, методы определения тренда.</p> <p>Статистическое управление технологическими процессами, контрольные карты Шухарта (классы и виды карт).</p> <p>Характеристики контрольных карт Шухарта и управление ими.</p> <p>Статистический контроль качества продукции, риски потребителя (браковочный уровень качества) и поставщика (приемочный уровень качества), уровень несоответствия продукции (фактический, выборочная оценка, нормативный (NQL).</p> <p>Оперативная характеристика плана статистического контроля по альтернативному признаку - зависимость вероятности приёмки партии продукции от входного уровня несоответствий (приёмочного числа).</p> <p>Подходы к организации статистического контроля на основе заданий приемочного уровня качества (AQL-концепция) и нормативного уровня качества (ПРП-концепция).</p>				
ИТОГО по 1-му семестру	54	27	27	104
ИТОГО по дисциплине	54	27	27	104

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Составление планов факторного эксперимента для построения нелинейных и квадратичных моделей. Методики обработки результатов эксперимента. .
2	Применение метода экспертных оценок при обработке информации об объекте.
3	Обзор видов структур искусственных нейронных сетей в контексте решаемых задач.
4	Вопросы оценки и предобработки статистических данных обучающей и тестовой выборок для ИНС.
5	Постановка задачи в терминах нечеткой логики. Обзор подходов к решению проблем путем применения инструментов нечеткой логики

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
6	Этапы проектирования фаззи-процесса.
7	Составление планов статистического приемочного контроля по альтернативному признаку.
8	Вычисление усредненных значений уровня соответствия (несоответствия) показателя качества с учетом равнозначности и равновесности условий получения численных данных для разных изделий (разных партий продукции)
9	Применение методов расслоения выборки, корреляционного и регрессионного анализа при управлении производством продукции для уменьшения «статистичности» показателей её качества.
10	Методики оценки уровня качества продукции.
11	Методики оценки воспроизводимости, работоспособности и тренда (устойчивости) технологического процесса в статистическом управлении.
12	Применение контрольных карт Шухарта в статистическом управлении процессами.
13	Применение статистических методов при идентификации продукции по значениям показателей качества.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Полный факторный эксперимент ПФЭ 2к, получение уравнения регрессионной модели объекта (на имитационной модели объекта).
2	Дробный факторный эксперимент ДФЭ2к-р, получение уравнения регрессионной модели объекта (на имитационной модели объекта).
3	Ортогональное центральное композиционное планирование второго порядка. Получение уравнения регрессионной модели объекта (на имитационной модели объекта).
4	Трехуровневый факторный эксперимент, получение уравнения квадратичной регрессионной модели объекта (на имитационной модели объекта).
5	Экспертные оценки. Согласование мнений экспертов методом рангов.
7	Освоение пакетов прикладных программ разработки ИНС в специализированной компьютерной среде.
8	Применение ИНС для задач контроля и управления технологическими объектами.
9	Освоение пакетов прикладных программ нечеткой логики в специализированной компьютерной среде.
10	Применение нечеткой логики для задач контроля и управления технологическими объектами.
11	Построение оперативных характеристик планов статистического контроля.

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	Ефимов В. В. Статистические методы в управлении качеством продукции : учебное пособие / В. В. Ефимов, Т. В. Барт. - Москва: КНОРУС, 2016.	9
2	Ефимов В. В. Улучшение качества продукции, процессов, ресурсов : учебное пособие для вузов / В. В. Ефимов. - Москва: КНОРУС, 2013.	3

3	Круглов В. В. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети : учебное пособие / В. В. Круглов, М. И. Дли, Р. Ю. Голунов. - Москва: Физматлит, 2001.	2
4	Никифоров А.Д. Управление качеством : учебное пособие для вузов / А.Д. Никифоров. - М.: Дрофа, 2006.	20
5	Сидняев Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебное пособие для вузов / Н. И. Сидняев. - Москва: Юрайт, 2011.	5
6	Яхьяева Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети : учебное пособие / Г. Э. Яхьяева. - Москва: ИНТУИТ, БИНОМ. Лаб. знаний, 2006.	50
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. - Москва: Наука, 1976.	88
2	Дьяконов В. Математические пакеты расширения MATLAB : специальный справочник / В. Дьяконов, В. Круглов. - Санкт-Петербург: Питер, 2001.	6
3	Медведев В. С. Нейронные сети. MATLAB 6 : [учебное пособие] / В. С. Медведев, В. Г. Потемкин. - Москва: Диалог-МИФИ, 2002.	2
4	Пегат А. Нечеткое моделирование и управление : учебное издание : пер. с англ. / А. Пегат. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2017.	4
5	Применение прикладных статистических методов при производстве продукции (для специалистов по управлению качеством и специалистов технических служб) : практическое руководство / М.И. Розно [и др.]. - Н. Новгород: СМЦ Приоритет, 1999.	3
6	Рыков В. В. Математическая статистика и планирование эксперимента : учебное пособие / В. В. Рыков, В. Ю. Иткин. - Москва: МАКС Пресс, 2010.	6
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	Бочкарёв С. В., Краузе Б., Хорошев Н. И. Статистические исследования контроля качества в автоматизированных системах: учебное пособие. - Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2016	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3831	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	ГОСТ Р 50779.30-95. Статистические методы. Приемочный контроль качества. Общие требования	http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=OTN&n=4022#0812292667054094	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	ГОСТ Р 50779.50-95. Статистические методы. Приемочный контроль качества по количественному признаку. Общие требования/	http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=card&page=splus&splusFind=%C3%CE%D1%D2%20%D0%2050779.50-95.&ts=178283158104668904614088405&rnd=0.793072955825582	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	ГОСТ Р 50779.51-95. Статистические методы. Непрерывный приемочный контроль качества по альтернативному признаку	http://docs.cntd.ru/document/1200025675	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	ГОСТ Р 50779.52-95. Статистические методы. Приемочный контроль качества по альтернативному признаку	http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=OTN&n=3650#026712036932948613	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	ГОСТ Р 51293-99. Идентификация продукции. Общие положения	http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=OTN&n=9262#02683761402307816	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Мыльников Л. А. Статистические методы интеллектуального анализа данных: Учебное издание. - Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2018	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6427	сеть Интернет; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

Вид ПО	Наименование ПО
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Среды разработки, тестирования и отладки	Microsoft Visual Studio (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
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/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Проектор, экран настенный; маркерная доска, компьютерные столы (10 шт.), персональные компьютеры (10 шт.)	1
Лекция	Мультимедийный комплекс (проектор, экран, ноутбук), доска, парты, стол преподавателя	1
Практическое занятие	Проектор, экран настенный; маркерная доска, компьютерные столы (10 шт.), персональные компьютеры (10 шт.)	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

**Статистические методы планирования эксперимента, идентификации
и управления процессами химической технологии»**
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Направленность (профиль) образовательной программы: Автоматизация и управление химико-технологическими процессами и производствами

Квалификация выпускника: магистр

Выпускающая кафедра: Оборудование и автоматизация химических производств

Форма обучения: очная

Курс: 1 **Семестр(ы):** 1

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 7 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 252 ч

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 1 семестр

Пермь 2019г.

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 (1-го семестра учебного плана) и разбито на 6 учебных модулей (разделов). В каждом модуле 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 планирования и проведения эксперимента по определению характеристик связей «входы объекта – скалярный выход», методы статистической обработки результатов эксперимента при идентификации связи;		+		+	ТВ
3.2 знать метод экспертных оценок обработки априорной информации об объектах контроля и управления;		+		+	ТВ
3.3 знать основные понятия искусственного интеллекта и интеллектуальных систем управления;		+		+	ТВ
3.4 знать модели представления знаний в задачах контроля и управления на основе нейросетевых технологий и нечеткой логики, методы их построения и применения;		+		+	ТВ
3.5 знать методы оценки значений показателей качества, уровня качества и идентификации продукции;		+		+	ТВ
3.6 знать методы выборочного статистического контроля качества;		+		+	ТВ
3.7 знать стандартизованные методики прикладных статистических расчетов контроля и управления качеством продукции и процессов;		+		+	ТВ

Освоенные умения					
У.1 уметь работать с документами нормативной базы в области стандартизованных методик статистического контроля и управления;			+		ПЗ
У.2 уметь выбирать методы планирования эксперимента с целью получения моделей связи «входы объекта – выход», соответствующих задачам контроля и управления, методы экспертного оценивания априорной информации об объекте;			+		ПЗ
У.3. уметь выбирать специализированное программное обеспечение для разработки нейросетевых моделей и нечетких продукционных моделей логического ввода;			+		ПЗ
У.4. уметь выбирать статистические методы и инструменты контроля, анализа и управления состоянием качества продукции и производственных процессов;			+		ПЗ
Приобретенные владения					
В.1 владеть методиками построения планов эксперимента, программирования задач обработки результатов эксперимента с получением регрессионных моделей связи "входы объекта - выход";			+		ПЗ
В.2 владеть методом рангов при экспертном оценивании априорной информации об объекте;			+		ПЗ
В.3 владеть навыками применения для целей обработки результатов эксперимента пакетов программ компьютерной математики;			+		ПЗ
В.4 владеть методами обработки информации и анализа процессов контроля и управления с использованием их нейросетевых моделей и нечетких продукционных моделей представления знаний об объекте с применением специализированных средств разработки нейронных сетей и средств разработки моделей на основе нечеткой логики;			+		ПЗ
В.5 владеть методиками применения прикладных статистических расчетов при управлении качеством и процессами при производстве продукции.			+		ПЗ

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 бланочного 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 модуля (раздела) учебной дисциплины).

2.2.1 Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам

Всего запланировано 11 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 четыре рубежные контрольные работы после освоения студентами учебных модулей дисциплины.

Типовые вопросы к контрольной работе № 1.

Раздел 1. Регрессионные модели на основе методов планирования эксперимента.

1. Планирование эксперимента. Полный факторный эксперимент (ПФЭ^k). Кодирование переменных.
2. Матрица планирования, ее свойства.
3. Определение оценок коэффициентов уравнения регрессии при ПФЭ^k.
4. Оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии при ПФЭ^k.
5. Оценка адекватности уравнения регрессии. Методика построения матрицы планирования для любого числа факторов.
6. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ^{k-p}), рекомендации по составлению планов ДФЭ.
7. Схема регрессионного анализа при параллельных опытах в матрице планирования.
8. Последовательность получения математических моделей методом планирования эксперимента.

Раздел 2. Планирование эксперимента в решении задач оптимизации технологических процессов.

1. Планирование эксперимента при поиске экстремума методом «крутого восхождения по поверхности отклика» Бокса-Уилсона.
2. Алгоритм выхода методом Бокса-Уилсона «в почти стационарную область» объекта оптимизации.
3. Математическое описание «почти стационарной области» квадратичной формой, определение положения экстремума в факторном пространстве.
4. Сущность метода экспертных оценок (МЭО)
5. Метод экспертных оценок. Подбор экспертов.
6. Идея симплексного метода оптимизации.
7. Ориентация исходного (стартового) симплекса в кодированном факторном пространстве.

Типовые вопросы к контрольной работе № 2.

Раздел 3. Искусственные нейронные сети.

1. Искусственные нейронные сети (ИНС). Нейрокомпьютеры – ЭВМ нового поколения. Три вида нейронных сетей (физические, математические, технологические). Коннекционизм – раздел искусственного интеллекта.
2. ИНС. Биологическая параллель нейрокомпьютерам, биологический нейрон. Определение нейрокомпьютера; задачи, решаемые нейрокомпьютерами.
3. ИНС. Модель формального нейрона, функции активации.
4. ИНС. Разновидности топологии нейронных сетей. Конструирование (проектирование) нейронных сетей.
5. ИНС. Классификация нейронных сетей, принцип обучения нейронных сетей.

Типовые вопросы к контрольной работе № 3.

Раздел 4. Нечеткая логика (фаззи-логика) в задачах интеллектуализации систем контроля и управления процессами.

1. Идентификация и моделирование систем в нечеткой среде. Теория нечетких множеств, идея теории. Фаззи-логика (нечеткая логика) в задачах управления, ее возможности.
2. Основные сведения из теории нечетких множеств и фаззи-логика. Понятие функции (меры) принадлежности (ФП) к нечеткому множеству.
3. Понятия лингвистической переменной, терма, лингвистического модификатора и фаззификации.
4. Операции с нечеткими множествами. Аналогия между операциями бинарной логики (булевой алгебры) и операциями фаззи-логики. Фаззи-пересечение и фаззи-объединение нечетких множеств.
5. Алгоритмы логических высказываний. Процедура нечеткого вывода, импликация, правило модус-поненс, декартово произведение множеств, отношение множеств.

Типовые вопросы к контрольной работе № 4.

Раздел 5. Основы статистических методов управления качеством продукции.

1. Показатели качества продукции, их номенклатура и применяемость.
2. Методы определения значений показателей и оценки уровня качества продукции. Основы квалиметрии.
3. Идентификация продукции, методы идентификации.
4. Контроль в системе управления качеством продукции, классификация видов контроля качества.
5. Выборочный статистический контроль. Применение методов математической статистики в организации выборочного контроля.
6. Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку,
7. по качественному признаку, по количественному признаку.
8. Планы статистического контроля по альтернативному признаку.
9. Статистические инструменты управления качеством. Методы статистического анализа данных о промышленной продукции и процессах (расслоение выборки, корреляция, регрессия, контрольные листки).

Раздел 6. Практическое применение прикладных статистических методов при производстве продукции

1. Оценка среднего значения показателя качества продукции с учетом неравновесности и неравнозначности получения данных о значениях показателя, среднее по гистограмме и распределению значений показателя.
2. Меры разброса показателя качества при производстве продукции: дисперсия, среднее квадратическое отклонение. Выборочные оценки показателя качества продукции и уровня её дефектности (несоответствия).
3. Нормальное распределение показателя качества, условия "нормальности", свойства нормального распределения, методика расчетов для "нормальных" случайных значений показателя.
4. Статистическое управление (регулирование) технологических процессов. Статистическая устойчивость (управляемость, воспроизводимость, работоспособность процесса. Тренд технологического процесса, методы определения тренда.
5. Статистическое управление технологическими процессами, контрольные карты Шухарта (классы и виды карт).
6. Характеристики контрольных карт Шухарта и управление ими.

7. Статистический контроль качества продукции, риски потребителя (браковочный уровень качества) и поставщика (приемочный уровень качества), уровень несоответствия продукции (фактический, выборочная оценка, нормативный (NQL)).
8. Оперативная характеристика плана статистического контроля по альтернативному признаку - зависимость вероятности приёмки партии продукции от входного уровня несоответствий (приёмочного числа).
9. Подходы к организации статистического контроля на основе заданий приемочного уровня качества (AQL-концепция) и нормативного уровня качества (ППП-концепция).

Типовые шкалы 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. Матрица планирования, ее свойства.
2. Методика построения матрицы планирования для любого числа факторов.
3. Последовательность получения математических моделей методом планирования эксперимента.
4. Центральное композиционное планирование 2-го порядка. Матрица планирования.
5. Алгоритм выхода методом Бокса-Уилсона «в почти стационарную область» объекта оптимизации.
6. Планирование эксперимента при поиске экстремума методом «крутого восхождения по поверхности отклика» Бокса-Уилсона.
7. Искусственные нейронные сети (ИНС). Нейрокомпьютеры – ЭВМ нового поколения. Три вида нейронных сетей (физические, математические, технологические). Коннекционизм – раздел искусственного интеллекта.

8. ИНС. Биологическая параллель нейροкомпьютерам, биологический нейрон. Определение нейροкомпьютера; задачи, решаемые нейροкомпьютерами.
9. ИНС. Модель формального нейрона, функции активации.
10. Идентификация и моделирование систем в нечеткой среде. Теория нечетких множеств, идея теории. Фаззи-логика (нечеткая логика) в задачах управления, ее возможности.
11. Основные сведения из теории нечетких множеств и фаззи-логика. Понятие функции (меры) принадлежности (ФП) к нечеткому множеству.
12. Понятия лингвистической переменной, терма, лингвистического модификатора и фаззификации.
13. Методы определения значений показателей по способам и источникам получения информации.
14. Классификация SPC. Показатели качества как случайные величины. Законы распределения случайных величин в управлении качеством: нормальное, биномиальное, Пуассона, геометрическое, гипергеометрическое распределения.
15. Вариабельность (управляемость), устойчивость, воспроизводимость и работоспособность технологического процесса. Индексы воспроизводимости и работоспособности.
16. Контрольные карты Шухарта (ККШ) в управлении технологическими процессами. Виды контрольных карт, характеристики ККШ

Типовые практические задания для контроля освоенных умений и владений:

1. Для конкретного примера выборки значений трех факторов и отклика объекта исследований составить матрицы ПФЭ^{2k} в кодированных значениях и в значениях физических величин.
2. Записать матрицу композиционного плана 2-го порядка для трех факторов.
3. Составить матрицу дробного факторного эксперимента ДФЭ^{2k-p} для трех факторов (k=3, p=1).
4. При заданных числах опытов в матрице и параллельных опытов в каждой строке матрицы, остаточной дисперсии и дисперсии воспроизводимости для схемы регрессионного анализа при параллельных опытах в матрице планирования оценить адекватность уравнения регрессии.
5. Построить нейронную сеть, аппроксимирующую поведение функции $y=x^3-4*x$ на отрезке $x[3..10]$.
6. В пакете Matlab (FL Toolbox) создать нечеткий регулятор, использующий алгоритм нечеткого вывода Сугэно. Входными данными является рассогласование - ε (ФП на рис.1) и интеграл от рассогласования - $\int \varepsilon dt$ (ФП на рис. 2). Выходом является управляющее воздействие - μ с функциями принадлежности, равными константе (NB = -45; NM = -30; NS = -15; Z = 0; PS = 15; PM = 30; PB = 45). Продукционные правила заданы таблицей 1.
Смоделировать систему управления с нечетким регулятором в пакете Simulink (параметры объекта принять: $k=0,7$ $T=20$ $\tau=3$). Получить переходные процессы по каналам задания, внутреннего и внешнего возмущений.
7. В пакете Matlab (Simulink) смоделировать динамический объект управления, имеющий 3 входных сигнала и один выходной. Каналы передачи «вход – выход» объекта описать аperiodическими звеньями первого порядка. Получить тренды входных и выходного сигналов объекта при воздействии случайных помех на входные сигналы, пропущенные через фильтр из аperiodических звеньев, на входе объекта. По наработанным данным вычислительного эксперимента построить динамическую нейронную сеть, аппроксимирующую динамику объекта.

8. Определить среднее значение уровня соответствия (несоответствия) нормативному значению показателя качества с учетом равнозначности и равновесности условий получения его численных значений для разных партий продукции (численные данные для величин, входящих в расчетные формулы, выдает экзаменатор).
9. Вычислить индексы воспроизводимости и работоспособности технологического процесса, определить по значениям индексов целесообразность применения статистического управления процессом (численные данные для величин, входящих в расчетные формулы, выдает экзаменатор).
10. Оценить уровень несоответствия q в партии продукции объема V , содержащей D несоответствующих изделий в сравнении с нормативным уровнем несоответствия NQL (при сплошном контроле партии), а также оценить фактический уровень несоответствия по выборке объема n из партии при d несоответствующих изделий в выборке (численные данные для величин выдает экзаменатор).

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 шкалы 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.