

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 И.Ю.Черникова

« 13 » января 20 25 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Планирование и обработка результатов эксперимента
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления)

Направленность: Цифровизация электротехнических комплексов предприятий
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Освоение дисциплинарных компетенций по основам планирования научного эксперимента и математической обработки результатов испытаний, которые позволят студентам успешно решать теоретические и практические задачи в профессиональной деятельности, связанной с построением математических моделей и отысканием оптимальных условий функционирования сложных энергетических установок и выбора для них оптимальных систем управления и контроля.

Задачи дисциплины:

- изучение задач планирования и организации эксперимента для построения математических моделей;
- изучение методов управления результатами научно-исследовательской деятельности;
- изучение математических методов обработки результатов эксперимента.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- сложные энергетические установки и их моделирование на основе планирования эксперимента;
- основы автоматизации экспериментального исследования;
- методы обработки результатов эксперимента;
- методы формализации технических объектов;
- методы оценки адекватностей моделей.

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
ПК-2.17	ИД-1ПК-2.17	Знает: порядок и критерии выбора объемов информации для планирования эксперимента, методы статистической обработки данных результатов эксперимента.	Знает: порядок и критерии выбора объемов телеинформации при проектировании систем технологического управления электрическими сетями; методы, тенденции энергосбережения и энергоэффективности; порядок разработки проектов АСУТП и ее подсистем, технических заданий, технических и рабочих проектов	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.17	ИД-2ПК-2.17	Умеет: принимать технические решения по планированию эксперимента; разрабатывать алгоритмы и программы проведения экспериментальных исследований	Умеет: читать рабочие чертежи, электрические схемы; принимать технические решения по составу проектных работ; разрабатывать алгоритмы и программы выполнения тестирования оборудования АСУТП	Защита лабораторной работы
ПК-2.17	ИД-3ПК-2.17	Владеет навыками подготовки технических условий для планирования экспериментальных исследований, выдачи экспертных замечаний по итогам исследований	Владеет навыками подготовки технических условий проектов модернизации и реконструкции средств АСУТП в рамках своей зоны ответственности; проверки коммуникаций с внешними смежными подсистемами АСУТП; выдачи экспертных замечаний о ходе строительства электросетевых объектов	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	63	63	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	27	27	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	81	81	
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
2-й семестр				
Математическая обработка результатов эксперимента	4	2	10	20
Тема 1. Постановка целей и задач исследования. Определение объекта, предмета исследования и оценка точности измерений Научное изучение как основная форма научной работы. Общая схема хода научного исследования. Обоснование и доказательство актуальности выбранной темы. Постановка цели и конкретных задач исследования. Определение объекта и предмета исследования. Элементы теории ошибок. Интервальная оценка ошибок измерения. Исключение грубых ошибок. Подбор эмпирических формул. Отыскание параметров методом наименьших квадратов				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Планирование эксперимента	6	6	10	30
<p>Тема 2 Факторы и факторное пространство Общие представления о планировании экспериментов. Основные определения. Активный и пассивный эксперимент. Выбор вида модели и поверхность отклика. Факторы, общая характеристика факторов, факторное пространство. Выходные показатели, характеристика исследуемых свойств или качеств – отклик, функция отклика, поверхность отклика. Эксперимент как система операций, воздействий и (или) наблюдений, направленных на получение информации об объекте при исследовательских испытаниях. Опыт как отдельная элементарная часть эксперимента. План эксперимента – совокупность данных, определяющих число, условия и порядок реализации опытов. Планирование эксперимента как совокупность действий, направленных на разработку стратегии экспериментирования от начальных до заключительных этапов изучения объекта исследования (от получения априорной информации до создания работоспособной математической модели или определения оптимальных условий).</p> <p>Тема 3 Корреляционный и регрессионный анализ Вероятностная взаимосвязь между различными переменными. Выборочный коэффициент корреляции. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Расчет коэффициентов уравнения регрессии (параметров математической модели объекта исследования). Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии. Проверка адекватности математической модели объекта исследования. Метод множественной корреляции. Простейшие случаи нелинейной корреляции. Метод линеаризации. Уравнение регрессии и его коэффициенты.</p> <p>Тема 4 Разработка плана эксперимента Основные принципы планирования эксперимента, обеспечивающие получение максимума информации при минимуме опытов. Отказ от полного перебора возможных входных состояний. Выбор числа уровней варьирования по каждому фактору на основании вида аппроксимации функции отклика.</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
Принцип последовательного планирования, предусматривающий получение простейшей математической модели на основании небольшого числа опытов и, если полученная модель не удовлетворяет исследователя, постепенное усложнение математической модели на основе проведения новых (дополнительных) опытов до тех пор, пока не будет получена модель, которую исследователь признает достаточно хорошей.				
Построение математических моделей экспериментов	6	10	7	31
<p>Тема 5 Выбор оптимального плана. Критерии оптимального плана</p> <p>Разновидности планов эксперимента. Основы построения математических моделей планов экспериментов. Их характеристики. Критерии оптимальности планов экспериментов. Критерии оптимальности, связанные с точностью оценок коэффициентов уравнения регрессии (математической модели объекта исследования). Критерии D-, A-, E- оптимальности и ортогональности. Планирование экспериментов для решения экстремальных задач. Виды параметров оптимизации и требования к ним. Обобщенный параметр оптимизации. Критерии оптимальности, связанные с точностью получения оценок отклика. Критерии G- оптимальности, ротатабельности и равномерности планирования. Ортогонализация планов экспериментов. Построение планов близких к оптимальному по нескольким критериям.</p> <p>Тема 6 Планы многофакторных экспериментов</p> <p>Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Постановка задачи, выбор параметров факторов. Факторы и требования, предъявляемые к ним. Управляемость и совместимость, независимость, некоррелированность факторов. Определение экспериментальной области факторного пространства. Организация проведения эксперимента по ПФЭ, обработка и анализ его результатов. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ). Основная идея ДФЭ. ДФЭ для моделей с взаимодействием. Операция смешивания оценок коэффициентов уравнения регрессии. Понятия генерирующих соотношений и определяющих контрастов. Сравнительная оценка дробных</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>реплик. Разрешающая способность реплики. Организация проведения эксперимента по ДФЭ, обработка и анализ его результатов. Расчет коэффициентов модели и проверка их статистической значимости. Проверка адекватности модели. Интерпретация результатов. Особенности планирования и организации эксперимента при использовании различных схем технологических процессов. Методы выделения существенных факторов. Планирование отсеивающих экспериментов. Использование метода случайного баланса при составлении плана отсеивающего эксперимента. Организация, проведение и методы анализа результатов отсеивающих экспериментов.</p> <p>Тема 7 Этапы разработки математических зависимостей описания реального технологического процесса</p> <p>Постановка задачи. Отбор факторов и параметров. Анализ априорной информации и выбор вида зависимости. Планирование основного эксперимента. Реализация экспериментального плана. Оптимизация объектов исследования. Постановка задачи оптимизации. Методы оптимизации однофакторных объектов. Задачи оптимизации и математическое описание влияния каждого фактора на функцию оптимизации. Поверхность отклика и оптимум функции.</p>				
ИТОГО по 2-му семестру	16	18	27	81
ИТОГО по дисциплине	16	18	27	81

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Экспериментальный анализ случайной величины. Проверка статистических гипотез
2	Метод ранговой корреляции
3	Однофакторный дисперсионный анализ
4	Двухфакторный дисперсионный анализ. Трехфакторный дисперсионный анализ
5	Методы насыщенных и сверхнасыщенных планов

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
6	Полный факторный эксперимент, обработка и анализ его результатов
7	Дробный факторный эксперимент обработка и анализ его результатов
8	Центральный композиционный ортогональный план. Центральный композиционный рототабельный план
9	Метод регрессионного анализа
10	Методы оптимизации

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Дисперсионный анализ данных
2	Корреляционный анализ данных
3	Проверка случайности и независимости результатов измерений в выборке
4	Выбор факторов, уровней их варьирования и нулевой точки
5	Априорное ранжирование факторов
6	Планирование эксперимента при отыскании экстремальной области
7	Технологии реализации алгоритмов, методов и решения задач оптимизации средствами Excel

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, 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	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
2	Казаков А. В., Субботин Е. В. Математическое моделирование и обработка результатов эксперимента : учебное пособие для вузов. Пермь : ПНИПУ, 2021. 58 с. 3,75 усл. печ. л.	5
3	Планирование и обработка результатов эксперимента : учебник / Бочкарев С. В., Васильева Т. В., Галиновский А. Л., Даденков Д. А., Колпаков В. И. Старый Оскол : ТНТ, 2022. 507 с. 29,53 усл. печ. л.	2
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Афанасьева Н. Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента : учебное пособие для вузов. Москва : КНОРУС, 2017. 330 с. 21,0 усл. печ. л.	1
2	Гишваров А. С. Повышение эффективности многокритериального планирования многофакторного эксперимента : монография. Москва : Машиностроение, 2014. 214 с. 13,4 усл. печ. л.	1
3	Лялькина Г. Б., Бердышев О. В. Математическая обработка результатов эксперимента : учебное пособие для вузов. Пермь : ПНИПУ, 2013. 77 с. 5,0 усл. печ. л.	33
4	Основы научных исследований. Эксперимент. Т. 1 : Методология. Стендовое оборудование. Инструменты и аппаратура. Статистическая обработка результатов и планирование экспериментальных исследований. Старый Оскол : ТНТ, 2021. 336 с. 19,53 усл. печ. л.	2
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	Кзаков А. В. Планирование эксперимента и измерение физических величин : учебное пособие. Пермь : ПНИПУ, 2014. 89 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK-160896	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Любимцева, О. Л. Блочное планирование эксперимента и анализ данных : учебное пособие. Блочное планирование эксперимента и анализ данных. Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурностроительный университет, ЭБС АСВ, 2018. 30 с	https://elib.pstu.ru/Record/RUIPRSMART80885	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Методы инженерного синтеза сложных систем управления: аналитический? аппарат, алгоритмы приложения в технике. Вычислительно-аналитический? эксперимент: аппарат матричных операторов и вычислительные технологии. Москва : МГТУ им. Баумана, 2012. 416 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK-106318	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Планирование и организация эксперимента : методические указания к выполнению курсовой? работы для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки 27.03.01 стандартизация и метрология. Планирование и организация эксперимента. Москва : Московс	https://elib.pstu.ru/Record/RUIPRSMART30033	сеть Интернет; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Сидняев Н. И., Вилисова Н. Т. Введение в теорию планирования эксперимента : учеб. пособие. Москва : МГТУ им. Баумана, 2011. 463 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK106359	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Коваленко Т. А. Обработка экспериментальных данных. 2-е изд. Москва : ИНТУИТ, 2016. 178 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK100273	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Шацов А. А. Организация и математическое планирование эксперимента : учебное пособие. Пермь : ПНИПУ, 2020. 82 с. 5,25 усл. печ. л. URL: https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRP Uelib7193	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRP Uelib7193	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Щурин К. В., Волкова Е. К. Планирование и организация эксперимента : учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург : Лань, 2022. 336 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK230288	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	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

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	https://elib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRsmart	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	локальная сеть

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	ПК с установленным ПО в комплекте: системный блок, монитор, клавиатура, мышь	10
Лекция	Проектор, экран, ПК или ноутбук, маркерная доска	1
Практическое занятие	Проектор, экран, ПК или ноутбук, маркерная доска	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
«Планирование и обработка результатов эксперимента»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) образовательной программы:	Цифровизация электротехнических комплексов предприятий
Квалификация выпускника:	«Магистр»
Выпускающая кафедра:	Микропроцессорных средств автоматизации
Форма обучения:	Очная

Курс: 1

Семестр: 1

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	5	ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	180	ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 2 семестр

Пермь 2024

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине 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 РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (2-го семестра учебного плана) и разбито на 5 учебных модулей. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, 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						
З.1 Знает: порядок и критерии выбора объемов информации для планирования эксперимента, методы статистической обработки данных результатов эксперимента.		ТО		КР		ТВ
Освоенные умения						
У.1 Умеет: принимать технические решения по планированию эксперимента; разрабатывать алгоритмы и программы проведения экспериментальных исследований			ОЛР	КР		ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 Владеет навыками подготовки технических условий для планирования экспериментальных исследований, выдачи экспертных замечаний по итогам исследований			ОЛР			КЗ

С – собеседование по теме; *ТО* – коллоквиум (теоретический опрос); *КЗ* – кейс-задача (индивидуальное задание); *ОЛР* – отчет по лабораторной работе; *Т/КР* – рубежное тестирование (контрольная работа); *ТВ* – теоретический вопрос; *ПЗ* – практическое задание; *КЗ* – комплексное задание экзамена.

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 проводится по каждой теме. 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, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 7 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом

или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 рубежных контрольных работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины.

Первая КР по модулю «Математическая обработка результатов эксперимента», вторая КР по модулю «Планирование эксперимента», третья КР по модулю «Построение математических моделей экспериментов».

Типовые задания первой КР:

1. Постановка целей и задач исследования. Определение объекта, предмета исследования и оценка точности измерений.

2. Подбор эмпирических формул. Отыскание параметров методом наименьших квадратов.

Типовые задания второй КР:

1. Корреляционный и регрессионный анализ. Вероятностная взаимосвязь между различными переменными.

2. Разработка плана эксперимента. Основные принципы планирования эксперимента.

Типовые задания третьей КР:

1. Планирование экспериментов для решения экстремальных задач

2. Организация проведения полнофакторного эксперимента, обработка и анализ его результатов.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. 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. Проверка адекватности математической модели объекта исследования.

2. Метод множественной корреляции. Простейшие случаи нелинейной корреляции.

3. Метод линеаризации. Уравнение регрессии и его коэффициенты.

4. Основные принципы планирования эксперимента, обеспечивающие получение максимума информации при минимуме опытов. Отказ от полного

перебора возможных входных состояний. Выбор числа уровней варьирования по каждому фактору на основании вида аппроксимации функции отклика.

5. Принцип последовательного планирования, предусматривающий получение простейшей математической модели на основании небольшого числа опытов и, если полученная модель не удовлетворяет исследователя, постепенное усложнение математической модели на основе проведения новых (дополнительных) опытов до тех пор, пока не будет получена модель, которую исследователь признает достаточно хорошей.

6. Критерии оптимальности, связанные с точностью оценок коэффициентов уравнения регрессии (математической модели объекта исследования). Критерии *D*-, *A*-, *E*- оптимальности и ортогональности.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Построить матрицу для полного факторного эксперимента.
2. Обработать данные дробного факторного эксперимента.
3. Проверить адекватность модели.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Произвести постановку задачи планирования эксперимента с отбором факторов и параметров.
2. Провести обоснование планирования и организации эксперимента при использовании различных схем технологических процессов.
3. Составить план дробного факторного эксперимента.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

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 при 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.