

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

« 17 » ноября 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Математические методы в инженерии
(наименование)

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

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

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

Направление подготовки: 15.04.02 Технологические машины и оборудование
(код и наименование направления)

Направленность: Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование комплекса знаний, умений и навыков в области разработки математических моделей машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- аналитические и математические методы в научных исследованиях;
- методики построения расчетных моделей механических систем;
- вероятностно-статистические и численные методы обработки данных.

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
ОПК-5	ИД-1ОПК-5	Знает аналитические и численные методы решения задач обработки данных; основы математического моделирования машин и процессов; критерии оценки достоверности получаемых при решении задач результатов.	Знает основные аналитические и численные методы решения задач при разработке технологических машин и оборудования отрасли	Индивидуальное задание
ОПК-5	ИД-2ОПК-5	Умеет оценивать достоверность полученных при расчете математических моделей результатов.	Умеет выбирать математический аппарат и средства для разработки математических моделей оборудования и технологических процессов.	Индивидуальное задание
ОПК-5	ИД-3ОПК-5	Владеет навыкам построения математических моделей объектов и физических процессов; владеет навыками обработки и анализа результатов расчета математических моделей.	Владеет навыками разработки современного оборудования на основе математического моделирования машин и технологических процессов.	Индивидуальное задание

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:	42	42	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	6	6	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	32	32	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	66	66	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				
Математическое моделирование и аналитические методы обработки данных	2	0	8	22
Тема 1. Разработка математических моделей детерминированных и многомассовых механических систем. Анализ и синтез параметров машин нефтяных и газовых промыслов. Дифференциальные уравнения, описывающие механические системы первого порядка. Методика построения математической модели многомассовой механической системы. Геометрические и дифференциальные связи параметров математической модели. Оценка погрешности результатов решения математических моделей.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Аналитические и численные методы в научных исследованиях	2	0	12	22
Тема 2. Передаточная функция и частотная характеристика системы. Оценка динамических свойств исследуемых механических систем. Частотная передаточная функция. Быстрое преобразование Фурье при спектральном анализе параметров механической системы. Тема 3. Численные методы решения задач моделирования. Численное интегрирование и решение уравнений. Отыскание экстремума функции и решение задач оптимизации.				
Вероятностно-статистические методы обработки данных	2	0	12	22
Тема 4. Случайные величины и законы их распределения. Дискретные и непрерывные случайные величины. Вычисление выборочных характеристик, прогнозирование их изменения во времени. Методы и формы представления результатов исследования. Описание характеристических уравнений. Аппроксимация и интерполяция данных.				
ИТОГО по 1-му семестру	6	0	32	66
ИТОГО по дисциплине	6	0	32	66

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Решение исследовательских задач математическими методами. Математическое моделирование процессов
2	Определение погрешности решения и оценка достоверности моделей и расчетов.
3	Построение спектра функции. Спектральный анализ сигнала виброускорений
4	Численное интегрирование и его приложение в машиностроении
5	Численное решение уравнений. Решение систем уравнений
6	Решение задач оптимизации при выборе оптимальных режимов работы оборудования
7	Сбор и обработка статистических данных. Статистический анализ данных, определение законов распределения значений функции
8	Аппроксимация и интерполяция данных. Графические методы представления результатов исследований

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой 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 установления 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.

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 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	Болдин А. П. Основы научных исследований : учебник для вузов / А. П. Болдин, В. А. Максимов. - Москва: Академия, 2014.	20
2	Труфанова Н. М. Основы математического моделирования и численные методы : учебное пособие для вузов / Н. М. Труфанова, А. Г. Щербинин, А. В. Казаков. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2018.	10
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Бахвалов Н. С. Численные методы в задачах и упражнениях : учебное пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2017.	7

2	Ольшанская Т. В. Компьютерные технологии в машиностроении. Основы работы в системе Mathcad : учебное пособие / Т. В. Ольшанская, И. Ю. Летягин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014.	5
3	Цаплин А. И. Основы научных исследований в технологии машиностроения : учебное пособие / А. И. Цаплин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014.	5
4	Шкляр М. Ф. Основы научных исследований : учебное пособие / М. Ф. Шкляр. - М.: Дашков и К, 2009.	4
2.2. Периодические издания		
1	Безопасность труда в промышленности : массовый научно-производственный журнал широкого профиля / Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. - Москва: Пром. безопасность, 1932 - .	
2	Нефтяное хозяйство : научно-технический и производственный журнал / Роснефть; Зарубежнефть; Татнефть; Башнефть; Российский межотраслевой научно-технический комплекс Нефтеотдача; Научно-техническое общество нефтяников и газовиков им. И.М. Губкина; Сургутнефтегаз; Гипротюменнефтегаз; НижневартовскНИПИнефть; Тюменский нефтяной научный центр. - Москва: Нефт. хоз-во, 1920 - .	
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	А. В. Зенков Численные методы : Учебное пособие / А. В. Зенков. - Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016.	https://elib.pstu.ru/Record/iprbooks87219	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	А. И. Шутов Основы научных исследований : Учебное пособие / А. И. Шутов, Ю. В. Семикопенко, Е. А. Новописный. - Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013.	https://elib.pstu.ru/Record/iprbooks84102	локальная сеть; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	В. В. Лянденбургский Основы научных исследований : Учебное пособие / В. В. Лянденбургский, В. В. Коновалов, А. В. Баженов. - Пенза: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, ЭБС АСВ, 2013.	https://elib.pstu.ru/Record/iprbooks88125	локальная сеть; свободный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 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	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
Лекция	Компьютер в комплекте (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) / ноутбук	1
Лекция	Мультимедийный комплекс (экран, проектор)	1
Практическое занятие	Персональные компьютеры	8

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
«Математические методы в инженерии»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	15.04.02 Технологические машины и оборудование
Направленность (профиль) образовательной программы:	«Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»
Квалификация выпускника:	Магистр
Выпускающая кафедра:	«Горная электромеханика»
Форма обучения:	Очная

Курс: 1

Семестр: 1

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 1 семестр

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. Объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (1-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные 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 (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных 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	ПЗ	Т/КР		Экзамен
Усвоенные знания						
3.1 Знает аналитические и численные методы и средства моделирования и проектирования машин, механизмов и технологических процессов в сфере профессиональной деятельности;	С1	ТО1	ПЗ1 ПЗ2	КР1		ТВ
Освоенные умения						
У.1 Умеет выбирать аппарат и средства для создания математических моделей механизмов и технологических процессов в сфере профессиональной деятельности;		ТО2	ПЗ3 ПЗ4 ПЗ5	КР2		ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 Владеет навыками разработки механических систем на основе математических моделей механизмов и технологических процессов			ПЗ6 ПЗ7 ПЗ8			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 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 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 выполнения и защиты практических заданий и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Выполнение практических заданий

Всего запланировано 8 практических заданий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Выполнение и защита практических заданий 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 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 2 «Аналитические и численные методы в научных исследованиях», вторая КР – по модулю 3 «Вероятностно-статистические методы обработки данных».

Типовые задания первой КР:

1. Построить передаточную функцию, отражающую зависимость положения колонны штанг в скважине от работы привода одноплечего или двухплечего станка-качалки с отклонением скважины от вертикали.

2. Преобразование функции описания работы оборудования в ряд Фурье. Определение амплитуд и частот функции различных гармоник.

Типовые задания второй КР:

1. Законы распределения случайных величин. Статистическая обработка данных о работе оборудования.

2. Обработка информации о работе оборудования, представленной в виде базы данных. Поиск функции, описывающей представленные данные, с минимальной погрешностью (оценка по среднеквадратичному отклонению).

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

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. Виды моделей, области их применения.

2. Основные средства и инструменты для построения моделей в компьютерной среде Mathcad.

3. Способы описания геометрических и дифференциальных связей параметров математической модели.

4. Основные законы, используемые в математическом моделировании для описания динамических процессов.
5. Погрешность и достоверность результатов исследований и расчетов.
6. Виды передаточных функций.
7. Методика быстрого преобразования Фурье.
8. Основные методы численного интегрирования.
9. Основные методы решения уравнений.
10. Законы распределения случайных величин.
11. Изменение технических характеристик и номинальных параметров работы оборудования во времени.
12. Аппроксимация и интерполяция функции.

Практические задания для контроля освоенных умений:

1. Определить положение колонны штанг в скважине в заданный момент работы станка-качалки.
2. Определить относительную погрешность результата арифметической операции.
3. Разложить функцию в ряд Фурье.
4. Найти решение интеграла функции, заданной в виде базы данных.
5. Численное решение уравнения / численный поиск экстремума функции.
6. Построить спектр функции.
7. Вывести аппроксимирующее уравнение функции приведенных данных.
8. Определить значение функции в незаданной области путем интерполирования.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Обработка информации о работе оборудования, представленной в виде базы данных. Определить полную переданную энергию привода машины за заданный промежуток времени по электрическим параметрам его работы / определить перемещение груза по данным о его скорости, изменяющейся во времени.
2. Построить передаточную функцию, отражающую зависимость положения колонны штанг в скважине от работы привода одноплечего или двухплечего станка-качалки с отклонением скважины от вертикали.
3. Обработка информации о работе оборудования, представленной в виде базы данных. Построение и анализ спектра функции.
4. Обработка информации о работе оборудования, представленной в виде базы данных. Поиск функции, описывающей представленные данные, с минимальной погрешностью.
5. Статистическая обработка данных о работе оборудования с целью поиска средневзвешенных и критических величин.

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

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.