

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

« 28 » апреля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Непрерывные математические модели
(наименование)

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

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

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

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика
(код и наименование направления)

Направленность: Математическое моделирование физико-механических процессов
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины является

- формирование у магистрантов представлений о непрерывных математических моделях, лежащих в основе прикладных задач, решаемых методами прикладной математики и информатики;
- дополнение и углубление уже имеющихся у обучающихся знаний об отдельных разделах дисциплины, полученных в ходе предшествующего обучения в ВУЗе;
- дальнейшее развитие у обучающихся навыков математического мышления, умения решать конкретные математические задачи, используя имеющиеся теоретические знания;
- расширение фундаментальной базы математических знаний, дающей основу для дальнейшего более глубокого и детализированного изучения других разделов математики;
- формирование теоретической и практической профессиональной подготовки к преподаванию дисциплин, использующих математические модели, в общеобразовательных учреждениях, средних специальных и высших учебных заведениях.

Задачи учебной дисциплины

- изучение основных приемов построения, постановки и анализа непрерывных моделей процессов и систем.
- формирование умения правильного применения существующих непрерывных моделей процессов и систем.
- формирование навыков решения задач, связанных с непрерывными моделями процессов и систем.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- Разработка моделей для реальных процессов и явлений;
- Постановка и методы решения задач моделирования;
- Представление модели и результатов ее исследования.

1.3. Входные требования

Дисциплина существенно опирается на такие дисциплины и разделы математики, как алгебра, анализ, тензорное исчисление, дифференциальная геометрия, уравнения математической физики и др. При изучении данного курса используются различные разделы физики, теоретическая механика.

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-3	ИД-1ОПК-3	Знает: - методику разработки математических моделей;	Знает особенности применения методов математического моделирования, а также методов вычислительной математики при решении научных и прикладных задач.	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-3	ИД-21ОПК-0	Умеет выполнять концептуальную и математическую постановки задач моделирования систем и процессов; применять аналитические и численные методы решения задач моделирования; анализировать, верифицировать и проверять адекватность непрерывных моделей	Умеет создавать математические модели и использовать их в научной и познавательной деятельности, обосновывать применение методов вычислительной математики в научной и познавательной деятельности	Отчёт по практическом у занятию
ОПК-3	ИД-31ОПК-0	Владеет навыками грамотно выполнять содержательную, концептуальную и математические постановки решаемой задачи	Владеет навыками профессиональными навыками создания и использования в научной и познавательной деятельности математических моделей, а также методов вычислительной математики.	Отчёт по практическом у занятию
ПКО-1	ИД-1ПКО-01	Знает методы и средства организации разработок непрерывных математических моделей физико- механических процессов	Знает методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок	Отчёт по практическом у занятию
ПКО-1	ИД-2ПКО-01	Умеет оформлять результаты научно-исследовательской работы, касающихся моделирования физико-механических процессов, в виде отчетов, презентаций.	Умеет оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Отчёт по практическом у занятию
ПКО-1	ИД-3ПКО-01	Владеет навыками осуществления разработки планов и программ научных исследований физико-механических процессов и трудноформализуемых объектов; навыками грамотно выполнять постановки, выбирать метод решения и проводить его реализацию для рассматриваемой задачи.	Владеет навыками осуществления разработки планов и методических программ проведения	Зачет

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:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)			
- 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)	108	108	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
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
2-й семестр				
Непрерывные математические модели	0	0	32	108
Тема 1. Введение. Непрерывные математические модели. Классификация и этапы построения математических моделей. Тема 2. Модели, получаемые из фундаментальных законов природы. Сохранение массы вещества. Сохранение энергии. Сохранение числа частиц. Тема 3. Вариационные принципы и математические модели. Модели механических систем. Уравнение Больцмана и производные от него. Тема 4. Иерархии моделей. Тема 5. Модели трудноформализуемых объектов.				
ИТОГО по 2-му семестру	0	0	32	108
ИТОГО по дисциплине	0	0	32	108

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Классификация и этапы построения математических моделей.
2	Модели, получаемые из фундаментальных законов природы.
3	Вариационные принципы и математические модели.
4	Построение иерархий моделей
5	Построение моделей трудноформализуемых объектов.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение 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, индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов.

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	Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие для вузов / Н. В. Голубева. - Санкт-Петербург[и др.]: Лань, 2016.	3
2	Кундышева Е. С. Экономико-математическое моделирование : учебник / Е. С. Кундышева. - Москва: Дашков и К, 2012.	1
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Введение в математическое моделирование : учебное пособие / В. Н. Ашихмин [и др.]. - М: Логос, 2007.	37
2	Самарский А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. - М.: Физматлит, 2005.	14
3	Теория резания: математическое моделирование и системный анализ / С. Г. Емельянов [и др.]. - Старый оскол: ТНТ, 2010.	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)
Основная литература	Введение в математическое моделирование : учебное пособие / В. Н. Ашихмин [и др.]. - М: Логос, 2007.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks118312	сеть Интернет; свободный 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)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

Вид ПО	Наименование ПО
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Mathematica Professional Version (лиц.L3263-7820*)
Среды разработки, тестирования и отладки	Embarcadero Delphi 2007, лиц.№ 33948, 137 лиц. ПНИПУ 2008 г.

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Практическое занятие	Видеопроектор	1
Практическое занятие	Ноутбук	1
Практическое занятие	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть)	10

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
«Непрерывные математические модели»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	01.04.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) образовательной программы:	Математическое моделирование физико-механических процессов
Квалификация выпускника:	«Магистр»
Выпускающая кафедра:	Математическое моделирование систем и процессов
Форма обучения:	Очная

Курс: 1

Семестр: 2

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачёт: 2 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств 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 1 учебного модуля. В модуле предусмотрены аудиторские 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 (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 зачета. 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		Промежуточный	
	С	КР	ОЛР	Т/КР	РГР	Зачёт
Усвоенные знания						
3.2 знать методику разработки математических моделей;	Д			КЗ		ТВ
3.2 знать классификацию и типовые непрерывные модели процессов и систем	Д			КЗ		ТВ
Освоенные умения						
У.1 уметь выполнять концептуальную и математическую постановку задач моделирования систем и процессов, применять аналитические и численные методы решения задач моделирования, а также анализировать, верифицировать и проверять адекватность непрерывных моделей.				КЗ		ПЗ
У.2 уметь применять различные подходы и приемы при разработке непрерывных моделей;				КЗ		ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 владеть навыками грамотно выполнять содержательную, концептуальную и математическую постановки решаемой задачи				КЗ		ПЗ
В.2 владеть навыками грамотно выполнять постановки, выбирать метод решения и проводить его реализацию для рассматриваемой задачи		ТО		КЗ		ПЗ

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 дифференцированного зачета.

Итоговой оценкой достижения (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего 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.

1. Постановки и методы решения задач оптимизации.
2. Особенности моделирования задач управления
3. Особенности численных методов решения задач большой размерности.
4. Качественный анализ задач моделирования.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль в данном курсе предусмотрен в форме контрольных заданий. При этом студент за отведенное на занятия время должен разработать концептуальную и математическую постановку по предложенной ему содержательной постановке задачи моделирования и подготовить вариант презентации выступления.

2.4. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска является положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме дифференцированного зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента на практических занятиях по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС магистерской программы.

2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных дисциплинарных компетенций.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Этапы разработки математической модели.
2. Концептуальная постановка задачи моделирования.
3. Математическая постановка задачи моделирования.
4. Методы решения задачи математического моделирования.
5. Особенности построения модели с использованием фундаментальных законов природы.
6. Оценка адекватности модели.

Типовые практические задания для контроля освоенных умений владений:

Пчелы зимой не впадают в спячку, а ведут активный образ жизни (хотя и с пониженным обменом веществ). При активном движении температура пчелы в

грудном отделе может подниматься до 40 градусов, но отдельная пчела во время холодов не может долго поддерживать необходимую среднюю температуру тела и погибает. Однако в улье зимой пчелы собираются в так называемый «клуб», имеющий шарообразную форму. Перемещаясь внутри клуба, меняя его размер, более или менее тесно прижимаясь друг к другу, пчелы в центральной части сохраняют постоянную температуру в 14⁰С и постоянную влажность. Плотность клуба неоднородна как по радиусу (снаружи плотнее), так и по вертикали (снизу плотнее для изоляции от холодного дна улья, сверху менее плотен для удаления углекислого газа и влаги). Построить и исследовать модель, описывающую распределение температуры и влажности внутри пчелиного клуба при фиксированной температуре и влажности окружающего воздуха и днища улья.

Требуется:

- построить концептуальные и математические постановки для последовательности моделей в одномерной и двумерной постановках;
- провести качественный анализ математической модели;
- выполнить анализ методов решения;
- получить числовые оценки модели с использованием ЭВМ;
- подготовить презентацию выступления.

2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

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

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

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

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

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 зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.