

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: Учебно-исследовательская работа
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 288 (8)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика
(код и наименование направления)

Направленность: Математическое моделирование (СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является освоение учащимися основных подходов и методов построения математических моделей для широкого спектра природных, физических, механических процессов.

Задачами дисциплины являются:

Освоение основных понятий, классификаций, подходов и методов, используемых при разработке математических моделей.

Получение навыков коллективной работы над проблемами («мозгового штурма»), умений грамотно и аргументированно докладывать собственную научную работу, отстаивать свои позиции

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Подходы, методы, этапы построения математических моделей широкого спектра процессов. Простейшие модели физических, механических, технологических процессов, статистические и имитационные модели.

1.3. Входные требования

Знание основ математического анализа, дифференциального и интегрального исчисления, физики, механики, информатики

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-2	ИД-1ОПК-2	Знание простейших алгоритмов решения задач с использованием методов математического аппарата. Знание основных аксиом и методов булевой алгебры	Умеет обосновывать выбор и применение современного математического аппарата и систем программирования в исследовательской и прикладной деятельности	Кейс-задача
ОПК-2	ИД-2ОПК-2	Владеет навыками составления и реализации алгоритмов решения прикладных задач с использованием методов математического аппарата	Владеет навыками применения современного математического аппарата и систем программирования при разработке и реализации алгоритмов решения прикладных задач	Кейс-задача

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-2	ИД-3ОПК-2	Владеет навыками формализации и построения содержательной постановки задачи с использованием алгоритмизации, методов математического аппарата и булевой алгебры	Знает современный математический аппарат, особенности применения современных математических методов и систем программирования в областях знаний, связанных с профессиональной деятельностью;	Кейс-задача
ОПК-3	ИД-1ОПК-3	Знает основные аксиомы и подходы к построению моделей для описания поведения различных систем	Знает особенности применения методов математического моделирования, а также методов вычислительной математики при решении научных и прикладных задач.	Кейс-задача
ОПК-3	ИД-2ОПК-3	Умеет применять способы проверки адекватности математической модели, умеет идентифицировать параметры построенной модели.	Умеет создавать математические модели и использовать их в научной и познавательной деятельности, обосновывать применение методов вычислительной математики в научной и познавательной деятельности.	Кейс-задача
ОПК-3	ИД-3ОПК-3	Владеет навыками практического использования моделей с целью получения новых знаний о рассматриваемом процессе или явлении	Владеет навыками профессиональными навыками создания и использования в научной и познавательной деятельности математических моделей, а также методов вычислительной математики.	Кейс-задача
ПКО-1	ИД-1ПКО-1	Знает основные требования к обзору литературы по теме своей исследовательской работы	Знает методологию научных исследований, цели и задачи проводимых исследований и разработок; методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации	Кейс-задача
ПКО-1	ИД-2ПКО-1	Умеет самостоятельно изучать избранные разделы монографической литературы, журнальные статьи по теме своей	Умеет обобщать, анализировать и систематизировать информацию для подготовки аналитических обзоров по заданной теме	Кейс-задача

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		исследовательской работы, оценивать актуальность изучаемых научных материалов		
ПКО-1	ИД-3ПКО-1	Владеет навыками самостоятельного изучения современного состояния поставленной проблемы по публикациям в отечественных и зарубежных журналах	Владеет навыками самостоятельного изучения, критического осмысления и систематизации научно-технической информации	Кейс-задача

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах			
		Номер семестра			
		1	2	3	4
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	144	36	36	36	36
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:					
- лекции (Л)	32	16	16		
- лабораторные работы (ЛР)					
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	104	18	18	34	34
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8	2	2	2	2
- контрольная работа					
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	144	36	36	36	36
2. Промежуточная аттестация					
Экзамен					
Дифференцированный зачет	9				9
Зачет	27	9	9	9	
Курсовой проект (КП)					
Курсовая работа (КР)					
Общая трудоемкость дисциплины	288	72	72	72	72

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				
Определение и назначение моделирования	4	0	0	0
Тема 1. Определение модели. Цели моделирования.				
Тема 2. Классификация моделей				
Тема 3. Этапы построения математической модели				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Введение в пакет символьных вычислений	4	0	4	14
Тема 4. Функции, списки в пакете символьных вычислений. Тема 5. Производная, интеграл элементарных функций в пакете символьных вычислений. Тема 6. Матрицы и векторы в пакете символьных вычислений.				
Примеры простейших математических моделей	8	0	14	22
Тема 7. Движение мяча в поле силы тяжести (без учета сопротивления воздуха); движение с учетом сопротивления воздуха; движение с учетом силы Магнуса. Тема 8. Модель свободных и вынужденных колебаний материальной точки. Тема 9. Модели динамики одной популяции (модель Мальтуса, Модель Ферхюльста и др.) Тема 10. Модель движения заряженной частицы в магнитном поле. Тема 11. Модели динамики двух популяций. Модель Лотки–Вольтерра Тема 12. Модель вращения абсолютно твердого тела парой сил. Тема 13. Повороты в пространстве. Углы Эйлера и кватернионы. Тема 14. Подобие и автомодельность. Графики фракталов.				
ИТОГО по 1-му семестру	16	0	18	36
2-й семестр				
Примеры математических моделей	6	0	6	18
Тема 15. Движение небесного тела в гравитационном поле Тема 16. Движение планет в системе «Солнце-Земля-Луна» Тема 17. Маятник Фуко. Тема 18. Модель взаимодействия точечных зарядов. Построение силовых линий электростатического поля. Потенциал точечных зарядов электростатического поля. Тема 19. Имитационная модель броуновского движения. Тема 20. Генерация распределение Максвелла по скоростям.				
Математические модели в механике деформированного твердого тела	10	0	12	18
Тема 21. Стереографические индексы кристаллографических направлений и плоскостей в кубических кристаллах. Построение стереографических проекций направлений Тема 22. Построение и визуализация				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
гранцентрированной кубической решетки, плоскостей, заданных индексами Миллера. Тема 23. Изображение систем скольжения дислокаций в ОЦК – решетке. Тема 24. Построение и визуализация дефекта двойник в гранцентрированной кубической решетке.				
ИТОГО по 2-му семестру	16	0	18	36
3-й семестр				
Основы системного анализа. Структурные модели.	0	0	14	14
Тема 25. Введение в математическое моделирование (повторение). Вычисления в пакете Mathematica. Примеры работы с функциями и списками. Задачи о нахождении производной и интеграла некоторой функции. Тема 26. Моделирование сложных систем. Основы системного анализа. Структурные модели. Построение модели черного и белого ящика. Тема 27. Тело Максвелла, тело Фойгта. Упругопластическое деформирование.				
Моделирование в условиях неопределенности.	0	0	8	10
Тема 28. Основные понятия теории вероятности и математической статистики. Тема 29. Системы массового обслуживания. Примеры (супермаркет).				
Имитационное моделирование. Модели молекулярной динамики.	0	0	12	12
Тема 30. Задача о кристаллизации. Реализация модели молекулярной динамики Тема 31. Анализ данных. Анализ структуры. Функции радиального распределения для кристаллических решеток				
ИТОГО по 3-му семестру	0	0	34	36
4-й семестр				
Основы алгоритмизации и графическое представление данных в пакете Mathematica.	0	0	2	0
Тема 32. Работа с матрицами и векторами в Mathematica. Основы алгоритмизации в пакете Mathematica. Графическое представление данных				
Основы физики твердого тела.	0	0	4	6
Тема 33. Кристаллическая решетка, ее дефекты и их роль в формировании физико-механических свойств. Описание процесса неупругого деформирования моно- и поликристаллов. Виды осреднения.				
Имитационное моделирование.	0	0	8	10
Тема 34. Клеточные автоматы. Программирование КА в системе Mathematica.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 35. Игра «Жизнь», ее вариации. Моделирование перекрестков.				
Введение в нейронные сети.	0	0	20	20
Тема 36. Программирование простейшей нейронной сети. Тема 37. Методы машинного обучения. Эволюционный алгоритм. Реализация алгоритма эволюционной оптимизации. Тема 38. Работа с нейросетями в Mathematica. Построение и визуализация нейросети Реализация простейшей задачи классификации цифр.				
ИТОГО по 4-му семестру	0	0	34	36
ИТОГО по дисциплине	32	0	104	144

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Движение мяча в поле силы тяжести (без учета сопротивления воздуха); движение с учетом сопротивления воздуха; движение с учетом силы Магнуса.
2	Модель свободных и вынужденных колебаний материальной точки.
3	Модели динамики одной популяции (модель Мальтуса, Модель Ферхюльста и др.)
4	Модель движения заряженной частицы в магнитном поле.
5	Модели динамики двух популяций. Модель Лотки–Вольтерра
6	Модель вращения абсолютно твердого тела парой сил.
7	Повороты в пространстве. Углы Эйлера и кватернионы.
8	Подобие и автомодельность. Графики фракталов.
9	Движение небесного тела в гравитационном поле
10	Движение планет в системе «Солнце-Земля-Луна»
11	Маятник Фуко.
12	Модель взаимодействия точечных зарядов. Построение силовых линий электростатического поля. Потенциал точечных зарядов электростатического поля.
13	Имитационная модель броуновского движения.
14	Генерация распределение Максвелла по скоростям.
15	Стереографические индексы кристаллографических направлений и плоскостей в кубических кристаллах. Построение стереографических проекций направлений
16	Построение и визуализация гранцентрированной кубической решетки, плоскостей, заданных индексами Миллера.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
17	Изображение систем скольжения дислокаций в ОЦК – решетке.
18	Построение и визуализация дефекта двойник в гранцентрированной кубической решетке.
19	Примеры работы с функциями и списками. Задачи о нахождении производной и интеграла некоторой функции.
20	Построение модели черного и белого ящика.
21	Тело Максвелла, тело Фойгта. Упругопластическое деформирование.
22	Системы массового обслуживания.
23	Задача о кристаллизации.
24	Функции радиального распределения для кристаллических решеток
25	Работа с матрицами и векторами в Mathematica. Основы алгоритмизации в пакете Mathematica. Графическое представление данных
26	Клеточные автоматы. Моделирование перекрестков. Игра «Жизнь», ее вариации.
27	Эволюционный алгоритм
29	Работа с нейросетями в Mathematica. Построение и визуализация нейросети

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.

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, 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	Введение в математическое моделирование : учебное пособие / В. Н. Ашихмин [и др.]. - М: Логос, 2007.	35
2	Компьютерное моделирование : учебник для вузов / В. М. Градов [и др.]. - Москва: КУРС, ИНФРА-М, 2019.	2
3	Самарский А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. - М.: Физматлит, 2005.	14
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Зарубин В. С. Моделирование : учебное пособие для вузов. Москва : Академия, 2013. 336 с. 21,0 усл. печ. л.	3
2	Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания : учебник для вузов / С.Х. Карпенков. - М.: Высш. шк., 2005.	5
3	Мышкис А. Д. Элементы теории математических моделей. Москва : Физматлит : Наука, 1994. 191 с.	2
4	Рейзлин В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Юрайт, 2021. 126 с. 9,77 усл. печ. л.	1
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 для вузов / В. Н. Ашихмин [и др.]. - Москва: Логос, 2004.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2392	локальная сеть; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
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	Mathematica Professional Version (лиц. L3263-7820*)
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
Лекция	видеопроектор	1
Лекция	ноутбук	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
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
«Учебно-исследовательская работа»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) образовательной программы: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: «Бакалавр»

Выпускающая кафедра: Математическое моделирование систем и процессов

Форма обучения: Очная

Курс: 1-2

Семестр: 1-4

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 8 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 288 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачёт: 1,2,3 семестр

Дифференцированный зачет: 4 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 четырех семестров (1-4-го семестров учебного плана) и разбито на 12 учебных модулей. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и 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. 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	КЗ		Зачёт	
Усвоенные знания					
Знание простейших алгоритмов решения задач с использованием методов математического аппарата. Знание основных аксиом и методов булевой алгебры; современных языков программирования, в частности C++, Python; программные средства для прикладных и научно-технических расчетов такие как Wolfram Mathematica, Maxima и др.	С1		КЗ		<i>ТВ</i>
Знает основные аксиомы и подходы к построению моделей для описания поведения различных систем; возможности и подходы к реализации модели с использованием машинного обучения.	С2		КЗ		<i>КЗ</i>
Знает основные требования к обзору литературы по теме своей исследовательской работы; возможности интернет-ресурсов и программных продуктов при анализе литературы; электронные базы данных научных публикаций ScienceDirect, Elibrary, Springer и др.;	С3		КЗ		<i>КЗ</i>

Освоенные умения					
Умеет составлять и реализовывать алгоритмы решения прикладных задач с использованием методов математического аппарата, в том числе с применением современных программных продуктов и цифровых инструментов (Wolfram Mathematica, языки программирования C++, Python и среды разработки, такие как Microsoft Visual Studio, PyCharm и др.);			КЗ		КЗ
Умеет применять способы проверки адекватности математической модели, умеет идентифицировать параметры построенной модели, в том числе с использованием алгоритмов применимых к машинному обучению.			КЗ		КЗ
Умеет самостоятельно изучать избранные разделы монографической литературы, журнальные статьи по теме своей исследовательской работы, оценивать актуальность изучаемых научных материалов используя электронные базы данных научных публикаций (Sciencedirect, Elibrary, Spriger и др.)			КЗ		КЗ
Приобретенные владения					
Владеет навыками формализации и построения содержательной постановки задачи с использованием алгоритмизации, методов математического аппарата и булевой алгебры, в том числе коллективно с использованием современных цифровых технологий и сервисов для видеоконференцсвязи и организации совместной работы (BigBlueButton, Яндекс-Телемост, Zoom, Miro, Trello, Google и др.); навыками использования стандартных пакетов прикладных программ, а также современных цифровых инструментов для реализации задачи			КЗ		КЗ
Владеет навыками практического использования моделей с целью получения новых знаний о рассматриваемом процессе или явлении А так же возможностями современных программных продуктов для решения задач, в том числе с применением алгоритмов машинного обучения.			КЗ		КЗ
Владеет навыками самостоятельного изучения современного состояние поставленной проблемы по публикациям в отечественных и зарубежных журналах в том числе с использованием электронных баз данных научных публикаций (Sciencedirect, Elibrary, Spriger и др.)			КЗ		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 дифференцированного зачета.

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

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), в форме защиты задач (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.3. Выполнение комплексного задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений (кейсы):

Разработать концептуальную, содержательную и математическую постановку модели описания некоторого объекта, процесса или системы. Предложить методы и подходы реализации модели. Реализовать модель с применением современных цифровых инструментов.

Пример типового комплексного задания приведен в **приложении 1**.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

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

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

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

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

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

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Реализовать математическую модель движения планет в системе «Солнце-Земля- Луна».

2. Реализовать модель движения мяча в поле силы тяжести (без учета сопротивления воздуха); движение с учетом сопротивления воздуха; движение с учетом силы Магнуса.

3. Реализовать модель молекулярной динамики для описания броуновского движения частиц.

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 и 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.

Типовые индивидуальные комплексные задания для проверки умений и владений
Индивидуальное комплексное задание

«Генетические алгоритмы оптимизации»

В ходе выполнения задания необходимо выполнить следующее:

1. Выбрать параметры для оптимизации
2. Выбрать и описать функцию приспособленности;
3. сгенерировать начальную популяцию особей
4. разработать программу для ЭВМ, реализующую функции приспособленности, селекции, мутации и скрещивания;
5. решить задачу и провести анализ результатов; сопоставить результаты аналитического и численного решения задачи.

Требования к программе:

Разработанная программа должна иметь удобный пользовательский интерфейс с возможностью ввода входных параметров (например, шанса мутации особи). Вывод результатов расчетов должен содержать как пошаговую сходимость к требуемому решению (например, в виде графика), так и лучший набор оптимизированных параметров.

Отчет по работе должен содержать:

- 1) постановку и аналитическое решение задачи;
- 2) краткое описание реализованных функций;
- 3) результаты расчетов в виде графического материала;
- 4) подробный анализ результатов (в том числе, сопоставление результатов аналитического и численного решения);
- 5) выводы об эффективности генетического алгоритма.