

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

« 13 » февраля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Стохастическая оптимизация
(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

Привитие навыков и умения ставить и решать задачи оптимизации в условиях неопределенности исходной информации. Особое внимание уделяется задачам стохастической оптимизации широкого класса физико-механических процессов.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен свободно владеть основными понятиями теории оптимизации.

Знать:

- основные типы неопределенностей, их классификации.

Уметь:

- выбирать подходы к постановке и решению задач оптимизации в условиях неопределенности.

Владеть:

- навыками решения задач оптимизации в условиях неопределенности;

- навыками решения задач стохастической оптимизации широкого класса физико-механических процессов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- Основные понятия теории оптимизации
- Классификацию и типы математических неопределенностей
- Современные подходы к решению задач оптимизации в условиях неопределенности
- Подходы к решению задач стохастической оптимизации широкого класса физико-механических процессов.

1.3. Входные требования

При изложении дисциплины полностью используются подходы и методы, ранее изложенные в курсах теории оптимизации, теории вероятностей, математической статистики и теории случайных процессов.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	Знает: - основы теории оптимизации; - классификацию и основные типы неопределенностей; - подходы и методы разработки концептуальных и теоретических моделей научных проблем и задач математического моделирования и оптимизации в условиях неопределенности	Знает парадигму и основные концепции развития прикладной математики и математического моделирования, современные подходы и методы проведения научных исследований, современные и классические математические модели сложных физико-механических процессов.	Контрольная работа
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Умеет: обосновывать и применять подходы и методы разработки концептуальных и теоретических моделей научных проблем и задач математического моделирования и оптимизации в условиях неопределенности	Умеет анализировать возможности и применимость математических моделей физико-механических процессов, применять и модифицировать их для решения научных и прикладных задач, разрабатывать новые математические модели при выполнении научных исследований на современном уровне.	Дифференцированный зачет
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	Владеет: навыками разработки концептуальных и теоретических моделей научных проблем и математического моделирования физико-механических процессов и их оптимизации в условиях неопределенности	Владеет навыками выполнения научно-исследовательской работы, самостоятельной разработки новых математических моделей физико-механических систем и процессов, применения и модификации известных и самостоятельно разработанных математических моделей для получения новых научных и прикладных результатов	Курсовая работа

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	36	36	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	34	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
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
4-й семестр				
Оптимизация в условиях неопределенности	14	0	13	33
Введение. Предмет и задачи дисциплины. Основные понятия, термины и определения. Тема 1. Классификация задач оптимизации в условиях неопределенности. Классификация методов решения задач стохастической оптимизации. Особенности задач механики сплошных сред как задач стохастической оптимизации. Тема 2. Математическая постановка задачи стохастической оптимизации. Различные модели. Примеры. Тема 3. Применение математического планирования эксперимента к решению задач стохастической оптимизации. Основы математического планирования эксперимента (полный и дробный факторный эксперименты).				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Многокритериальная оптимизация в условиях неопределенности	22	0	21	39
Тема 4. Принятие решений в нечеткой среде. Понятия и отношения. Лингвистический подход к принятию решений. Построение комплексного критерия цели в задачах стохастической оптимизации. Примеры. Тема 5. Математическая постановка многокритериальной задачи стохастической оптимизации. Примеры. Тема 6. Индексы ранжирования в многокритериальной задаче стохастической оптимизации. Методика решения многокритериальной задачи стохастической оптимизации с использованием индексов ранжирования. Примеры.				
ИТОГО по 4-му семестру	36	0	34	72
ИТОГО по дисциплине	36	0	34	72

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Математические виды описания неопределенностей. Классификация методов решения задач стохастической оптимизации.
2	Особенности задач механики сплошных сред как задач стохастической оптимизации.
3	Математическая постановка задачи стохастической оптимизации.
4	Различные модели. Примеры.
5	Основы математического планирования эксперимента.
6	Пример решения задачи с помощью математического планирования эксперимента.
7	Принятие решений в нечеткой среде. Понятия и отношения. Построение комплексного критерия цели в задачах стохастической оптимизации. Примеры.
8	Математическая постановка многокритериальной задачи стохастической оптимизации. Примеры.
9	Индексы ранжирования в многокритериальной задаче стохастической оптимизации. Методика решения многокритериальной задачи стохастической оптимизации с использованием индексов ранжирования. Примеры.

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Определение оптимальных параметров режимов охлаждения сляба в условиях неопределенности физических характеристик материала.

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
2	Выбор рациональных режимов осадки сплошного цилиндра в условиях неопределенности некоторых начальных характеристик.
3	Выбор рациональных режимов деформирования в задачах стохастической устойчивости.

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, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Гитман М. Б. Введение в стохастическую оптимизацию : учебное пособие / М. Б. Гитман. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	50
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	Ермольев Ю. М. Методы стохастического программирования / Ю. М. Ермольев. - Москва: Наука, 1976.	3
3	Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах : учебник для вузов / О. И. Ларичев. - Москва: Логос, 2008.	15
4	Мушик Э. Методы принятия технических решений : пер. с нем. / Э. Мушик, П. Мюллер. - Москва: Мир, 1990.	8
5	Юдин Д. Б. Задачи и методы стохастического программирования / Д. Б. Юдин. - Москва: Сов. радио, 1979.	2
2.2. Периодические издания		
1	Журнал вычислительной математики и математической физики / Российская академия наук. - Москва: Наука, 1961 - .	
2	Известия Российской академии наук. Механика твердого тела : научный журнал / Институт механики; Центральный научно-исследовательский институт машиностроения. - Москва: Наука, 1966 - .	
3	Известия Российской академии наук. Серия математическая : научный журнал / Математический институт им. В. А. Стеклова. - Москва: Наука, 1937 - .	
4	Математическое моделирование : журнал / Российская академия наук; Институт математического моделирования. - Москва: Наука, 1989 - .	
5	Прикладная механика и техническая физика : журнал / Российская академия наук. Сибирское отделение; Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева; Институт теоретической и прикладной механики. - Новосибирск: СО РАН, 1960 - .	
6	Проблемы управления / Control Sciences : научно-технический журнал / Российская академия наук; Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова. - Москва: СенСиДат-Контрол, 2002 - .	
7	Успехи математических наук : журнал / Российская академия наук; Московское математическое общество. - Москва: Наука, 1936 - .	
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	М.Б.Гитман. Введение в стохастическую оптимизацию: электронный ресурс учебное пособие / Пермь: Из-во ПГТУ, – 2014.	https://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3700	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.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

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
Курсовая работа	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть)	10
Лекция	Видеопроектор	1
Лекция	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
«Стохастическая оптимизация»

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: 2	Семестр: 4
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч.
Форма промежуточной аттестации:	
Зачёт: 4 семестр	Курсовая работа: 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 одного семестра (4-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала 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	
	ТО	Т/РКР	КР	Зачет
Усвоенные знания				
З.1 основные методы стохастической оптимизации; классификацию и основные типы неопределенностей; подходы и методы разработки концептуальных и теоретических моделей научных проблем и задач математического моделирования и оптимизации в условиях неопределенности	ТО	РКР		ТВ
Освоенные умения				
У.1 обосновывать и применять подходы и методы разработки концептуальных и теоретических моделей научных проблем и задач математического моделирования и оптимизации в условиях неопределенности		РКР	КР	ПЗ
Приобретенные владения				
В.1 навыками разработки концептуальных и теоретических моделей научных проблем и математического моделирования физико-механических процессов и их оптимизации в условиях неопределенности			КР	ПЗ

ТО – теоретический опрос; РКР – рубежная контрольная работа; КР – курсовая работа; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание;

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) проводится в форме рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины (после изучения 1 модуля – в форме письменной контрольной работы, после изучения 2 модуля – в форме письменной контрольной работы). Первая КР по модулю 1 «Оптимизация в условиях неопределенности», вторая КР – по модулю 2 «Многокритериальная оптимизация в условиях неопределенности».

Типовые задания первой КР:

Типовые вопросы и задания теста первой КР:

1. Классификация задач оптимизации в условиях неопределенности.
2. Методы решения задач стохастической оптимизации

Типовые задания второй КР:

1. Математическая постановка многокритериальной задачи стохастической оптимизации.
2. Построение комплексного критерия цели в задачах стохастической оптимизации.

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

2.3. Типовые задания для курсовой работы по дисциплине

Типовые задания для курсовой работы для контроля приобретенных владений:

1. Определение оптимальных параметров режимов охлаждения сляба в условиях неопределенности физических характеристик материала.
2. Выбор рациональных режимов осадки сплошного цилиндра в условиях неопределенности некоторых начальных характеристик.
3. Выбор рациональных режимов деформирования в задачах стохастической устойчивости.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условием 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 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, контролируемые уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Приведите примеры математического описания неопределенностей для различных физических явлений.
2. Как и в каких случаях можно свести задачу стохастической оптимизации к задаче нелинейного программирования?
3. В чем сущность метода математического планирования эксперимента?
4. Сформулируйте понятие устойчивости процесса, учитывающее стохастический характер распределения параметров процесса (Р-устойчивость).

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Сформулируйте задачу выбора рациональных режимов правки как задачу стохастической оптимизации.
2. Приведите возможный вид целевых функций в задаче стохастической оптимизации режимов правки.
3. Что представляет собой вектор управления в задаче стохастической оптимизации осадки сплошного цилиндра?

Приобретенные владения проверяются и оцениваются при защите курсовой работы. Типовые темы курсовой работы перечислены в РПД.

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.