

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

« 11 » апреля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Оптимальное проектирование
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.03 Прикладная механика
(код и наименование направления)

Направленность: Биомеханика
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование у студентов навыков и умения находить оптимальные параметры конструкций с помощью методов математического программирования и теории оптимального управления.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Методы математического программирования, оптимальное управление.

1.3. Входные требования

Теория пластичности и ползучести, Термодинамика биосистем, Современные проблемы биомеханики, Механика контактного взаимодействия и разрушения.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знать основные методы и подходы к построению математических моделей различных объектов исследования механики сплошной среды	Знает основные методы и подходы к построению математических моделей различных объектов исследования с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды.	Тест
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Уметь выделять из исследуемой проблемы задачу механики, формулировать уравнения математической модели рассматриваемого объекта механики сплошной среды, принимая необходимые гипотезы, выполнять качественный анализ математической модели.	Умеет выделять из рассматриваемой проблемы задачу механики, формулировать уравнения математической модели рассматриваемого объекта с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды, принимая необходимые гипотезы, выполнять качественный анализ математической модели.	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеть навыками построения математических моделей рассматриваемого объекта механики сплошной среды с учетом необходимых гипотез, а также выполнять качественный анализ математической модели.	Владеет навыками построения математических моделей рассматриваемого объекта с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды с учетом необходимых гипотез, а также выполнять качественный анализ математической модели.	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:	45	45	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	27	27	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

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				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Раздел 1. Методы безусловной конечномерной оптимизации конструкций.	6	9	0	21
Тема 1. Введение. Основные понятия и задачи оптимального проектирования: постановка задачи оптимального проектирования, этапы оптимального проектирования. Тема 2. Методы безусловной конечномерной оптимизации конструкций. Постановки и классификация задач математического программирования. Аналитический и численные методы одномерной безусловной оптимизации. Аналитический и численные методы многомерной безусловной оптимизации. Сходимость и скорости сходимости численных методов. Критерии окончания поиска.				
Раздел 2. Методы конечномерной оптимизации конструкций с ограничениями и оптимизации конструкций с распределенными параметрами.	10	18	0	42
Тема 3. Методы конечномерной оптимизации конструкций с ограничениями. Методы конечномерной оптимизации с ограничениями: метод исключения переменных, метод множителей Лагранжа, сведение задачи с ограничениями к задаче безусловной оптимизации (методы штрафных функций). Методы решения задачи линейного программирования. Тема 4. Оптимизация конструкций с распределенными параметрами. Использование методов классического вариационного исчисления для решения задач оптимального проектирования. Использование методов теории оптимального управления для решения задач оптимального проектирования.				
ИТОГО по 2-му семестру	16	27	0	63
ИТОГО по дисциплине	16	27	0	63

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Оптимальное проектирование конструкции аналитическим методом одномерной оптимизации.
2	Оптимальное проектирование конструкции численным методом одномерной оптимизации, не использующим производных.
3	Оптимальное проектирование конструкции методом численным одномерной оптимизации, использующим производную 1-го порядка.
4	Оптимальное проектирование конструкции численным методом одномерной оптимизации, использующим производную 2-го порядка.

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
5	Сравнение численных методов одномерной оптимизации по сходимости и скорости сходимости.
6	Оптимальное проектирование конструкции аналитическим методом многомерной оптимизации с использованием правила множителей Лагранжа.
7	Оптимальное проектирование конструкции численным методом многомерной оптимизации, не использующим производных, с учетом ограничений методом штрафных функций.
8	Оптимальное проектирование конструкции численным методом многомерной оптимизации, использующим производную 1-го порядка, с учетом ограничений методом штрафных функций.
9	Оптимальное проектирование конструкции численным методом многомерной оптимизации, использующим производную 2-го порядка, с учетом ограничений методом штрафных функций.
10	Сравнение численных методов многомерной оптимизации по сходимости и скорости сходимости
11	Использование графического метода решения задачи линейного программирования в применении к задаче оптимального проектирования конструкции.
12	Использование симплекс-метода решения задачи линейного программирования в применении к задаче оптимального проектирования конструкции
13	Оптимальное проектирование конструкции с распределенными параметрами методами классического вариационного исчисления.
14	Оптимальное проектирование конструкции с распределенными параметрами методами теории оптимального управления.

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.

Лабораторные 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; отработка у обучающихся навыков взаимодействия в составе коллектива; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, 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 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	Ашманов С. А. Теория оптимизации в задачах и упражнениях : учебное пособие / С. А. Ашманов, А. В. Тимохов. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2012.	7
2	Колмогоров Г. Л. Оптимальное проектирование конструкций : учебное пособие для вузов / Г. Л. Колмогоров, А. А. Лежнева. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009.	10
3	Кузнецов А. В. Высшая математика. Математическое программирование : учебник для вузов / А. В. Кузнецов, В. А. Сакович, Н. И. Холод. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2013.	45
4	Юрьева А. А. Математическое программирование : учебное пособие для вузов / А. А. Юрьева. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2014.	21
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Алексеев В.М. Оптимальное управление : учебник для вузов / В.М. Алексеев, В.М. Тихомиров, С.В. Фомин. - Москва: Физматлит, 2007.	25
2	Алексеев В.М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи : учебное пособие для вузов / В.М. Алексеев, Э.М. Галеев, В.М. Тихомиров. - Москва: Физматлит, 2007.	50
3	Андреева Е. А. Вариационное исчисление и методы оптимизации : учебное пособие для вузов / Е. А. Андреева, В. М. Цирулева. - Москва: Высш. шк., 2006.	45
4	Баничук Н. В. Введение в оптимизацию конструкций / Н. В. Баничук. - Москва: Наука, 1986.	22
5	Баничук Н. В. Динамика конструкций. Анализ и оптимизация / Н. В. Баничук, С. Ю. Иванова, А. В. Шаранюк. - Москва: Наука, 1989.	4
6	Ванько В. И. Вариационное исчисление и оптимальное управление : учебник для вузов / В. И. Ванько, О. В. Ермошина, Г. Н. Кувыркин. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006.	2

7	Деменков Н.П. Вычислительные аспекты решения задач оптимального управления : учебное пособие / Н.П. Деменков. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007.	4
8	Оптимальное управление / Э. М. Галеев [и др.]. - Москва: Изд-во МЦНМО, 2008.	4
9	Хог Э. Д. Прикладное оптимальное проектирование: Механические системы и конструкции : пер. с англ. / Э. Д. Хог, Я.С. Арора. - М.: Мир, 1983.	4
10	Яблонский А. А. Курс теоретической механики : учебное пособие для вузов / А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. - Санкт-Петербург: Лань, 1998.	10
2.2. Периодические издания		
1	Российский журнал биомеханики / Российская академия наук, Уральское отделение ; Пермский научный центр ; Российская академия медицинских наук ; Пермский край. Администрация ; Пермский государственный технический университет ; Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. Ю. И. Няшина. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 1997 - .	
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	Баничук Н. В. Динамика конструкций. Анализ и оптимизация / Н. В. Баничук, С. Ю. Иванова, А. В. Шаранюк. - Москва: Наука, 1989.	http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=4583	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Ванько В. И. Вариационное исчисление и оптимальное управление : учебник для вузов / В. И. Ванько, О. В. Ермошина, Г. Н. Кувыркин. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006.	https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=4488	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Колмогоров Г. Л. Оптимальное проектирование конструкций : учебное пособие для вузов / Г. Л. Колмогоров, А. А. Лежнева. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009.	https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=4248	сеть Интернет; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Юрьева А. А. Математическое программирование / Юрьева А. А. - Санкт-Петербург: Лань, 2014.	https://e.lanbook.com/book/68470	сеть Интернет; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.
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
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
Лабораторная работа	Персональный компьютер	10
Лекция	Ноутбук	1
Лекция	Проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

Факультет прикладной математики и механики
Кафедра «Вычислительная математика, механика и биомеханика»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Оптимальное проектирование»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 15.04.03 Прикладная механика

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Биомеханика

Квалификация выпускника: «Магистр»

Выпускающая кафедра: Вычислительная математика, механика и
биомеханика

Форма обучения: Очная

Курс: 1

Семестр: 2

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачет: 2 семестр

Пермь 2022

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). В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала и промежуточной аттестации. 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			Промежуточный/ рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ПЗ	ОЛР	Т/КР/ КИЗ		Зачет
Усвоенные знания							
З.1 знать основные методы и подходы к построению математических моделей различных объектов исследования механики сплошной среды	С	ТО			КР		ТВ
Освоенные умения							
У.1 уметь выделять из исследуемой проблемы задачу механики, формулировать уравнения математической модели рассматриваемого объекта механики сплошной среды, принимая необходимые гипотезы, выполнять качественный анализ математической модели				ОЛР	КР		ПЗ
Приобретенные владения							
В.1 владеть навыками построения математических моделей рассматриваемого объекта механики сплошной среды с учетом необходимых гипотез, а также выполнять качественный анализ математической модели				ОЛР			КЗ

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

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, 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 обучающегося 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 / тестирования студентов по лекционному материалу, защиты отчетов лабораторных работ. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Промежуточный и рубежный контроль

Промежуточный и рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных (практических) работ и рубежных контрольных работ.

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 14 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланированы рубежные контрольные работы по разделам дисциплины.

Типовые задания КР:

1. Постановки и классификация задач математического программирования.
2. Аналитический и численные методы одномерной безусловной оптимизации.
3. Методы конечномерной оптимизации с ограничениями: метод исключения переменных.
4. Методы решения задачи линейного программирования.

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

2.2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

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

Типовые КИЗ:

1. Найти стороны прямоугольника, вписанного в окружность радиуса R и имеющего наибольшую площадь S .
2. В заданный треугольник ABC с высотой H и основанием b вписать параллелограмм наибольшей площади, стороны которого параллельны двум сторонам треугольника.
3. В прямой круговой конус вписан прямой круговой цилиндр так, что основания конуса и цилиндра лежат в одной плоскости. Найти наибольшую возможную часть объема конуса, занятую таким цилиндром.
4. Требуется спроектировать бак горючего в виде прямого кругового цилиндра заданного объема V , на изготовление которого будет затрачено наименьшее количество листовой стали.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания 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.

2.3.1. 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.

2.3.2. 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, а также может содержать 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.

2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Особенности задачи оптимального проектирования конструкций. Этапы оптимального проектирования.
2. Постановка задачи математического программирования. Классификация задач математического программирования.
3. Аналитический метод решения одномерной задачи безусловной оптимизации: необходимые условия существования локального экстремума.
4. Аналитический метод решения одномерной задачи безусловной оптимизации: достаточные условия существования локального экстремума.
5. Алгоритм решения одномерной задачи безусловной оптимизации аналитическим методом.
6. Численные методы решения одномерных задач безусловной оптимизации: метод деления отрезка пополам.
7. Численные методы решения одномерных задач безусловной оптимизации: метод золотого сечения.
8. Численные методы решения одномерных задач безусловной оптимизации: метод парабол.
9. Численные методы решения одномерных задач безусловной оптимизации: метод хорд.
10. Аналитический метод решения многомерной задачи безусловной оптимизации: необходимые условия существования локального экстремума.

Полный перечень теоретических вопросов в форме утвержденного комплекта билетов для зачета хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время зачета.

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.*

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