

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»

Институт информационных технологий, математики и механики

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
от 30.11.2022 г. протокол № 13

Рабочая программа дисциплины
Задачи оптимизации конструкций

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
01.04.03 Механика и математическое моделирование

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Информационное и программное обеспечение. Инженерия

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.02, <i>Задачи оптимизации конструкций</i> относится к части ООП направления подготовки 01.04.03 Механика и математическое моделирование, формируемой участниками образовательных отношений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-6 Владение навыками самостоятельного анализа поставленной задачи, выбора корректного метода ее решения, построения алгоритма и его реализации	ПК-6.1. Умеет самостоятельно анализировать задачу, выбирать методы решения, создавать алгоритм решения и реализовывать его.	Умеет самостоятельно анализировать задачу, выбирать методы решения, создавать алгоритм решения и реализовывать его при решении задач оптимизации конструкций	<i>Собеседование</i>
	ПК-6.2. Владеет навыками решения практических задач, анализа результатов решения.	Владеет навыками решения практических задач оптимизации конструкций, анализа результатов решения	<i>Контрольная работа</i>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	2 з.е.
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа	1
- текущий контроль (КСР)	
самостоятельная работа	55
Промежуточная аттестация	зачет

3.2. Содержание дисциплины

Очная форма обучения							
№	Наименование разделов и тем дисциплины	Всего(часы)	в том числе				СР, часы
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
			из них				
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1.	Допустимая область и уровни целевой функции. Математическая постановка задачи оптимизации	8		2		2	6
2.	Задача «Равновесие трех пружин». Принцип Лагранжа	9		2		2	7
3.	Задача «Строительные леса». Задача на наихудший случай	9		2		2	7
4.	Задача «Трипод». Зависимость решения от ограничений	9		2		2	7
5.	Задача «Сосуд давления». Исследование проекта от фиксированных параметров	9		2		2	7
6.	Задача «Пружина растяжения-сжатия». Детали машин	9		2		2	7
7.	Задача «Ступенчатая консоль». Масштабирование задачи	9		2		2	7
8.	Задача «Двухавровое сечение консоли». Странные оптимальные проекты	9		2		2	7
	В т.ч. текущий контроль	1					
	Итого	72		16		17	55

Краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

Оптимизируемый механический объект обозначен в названии задачи раздела и темы дисциплины. Задачи решаются численно с использованием программных средств Excel и Matlab. В каждом разделе производится постановка задачи, строится модель состояния механического объекта, реализуется программное обеспечение, проводится расчет, исследуется решение.

Практические занятия (семинарские занятия) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий (семинарских занятий) в форме практической подготовки отводится 16 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: решения практических задач оптимизации конструкций, анализа результатов решения.
- компетенций – ПК-6.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа. Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачет).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде освоения теоретических разделов, решения сопутствующих задач по темам и самостоятельной работы студентов в процессе выполнения заданий и работ.

В рамках дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы. (порядок их выполнения, форма контроля):

- самостоятельная теоретическая подготовка к занятиям практического типа (в течение всего семестра, опрос на занятиях практического типа),
- выполнение расчетных работ на компьютере по темам.

Формами контроля самостоятельной работы студентов, соответственно, являются:

- решение типовых проектных задач может проходить в письменной и компьютерной форме.

Зачет может выставляться автоматически при условии успешного выполнения всех запланированных на семестр работ, удовлетворительного знания теоретической части и типовых задач.

Примеры общих теоретических вопросов и заданий для собеседований приведены в п. 5.2

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств включает: контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме контрольных вопросов теоретического характера, контрольных вопросов к описанию расчетно-графических работ и контрольных заданий для собеседования.

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Шкала оценивания сформированности компетенций		Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
		Знания	Умения	Навыки
плохо	не зачтено	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа
		Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
удовлетворительно	зачтено	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
		Уровень знаний в объеме, соответствующем	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных

Шкала оценивания сформированности компетенций	Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
	Знания	Умения	Навыки
	программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	задач с некоторыми недочетами.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
незачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1. Контрольные вопросы для оценки формирования компетенции ПК-6

№	Вопрос
1.	Проект
2.	Жизненный цикл и стадии
3.	Оптимизация
4.	Ограничения
5.	Управляемые переменные
6.	Целевая функция
7.	Лагранжиан
8.	Определенность матрицы
9.	Безусловный локальный и глобальный минимум
10.	Условный локальный и глобальный минимум
11.	Стационарная точка
12.	Метод ограниченной вариации
13.	Метод множителей Лагранжа
14.	Смысл множителей Лагранжа
15.	Условия Куна-Такера

5.2.2. Типовые задания для оценки формирования компетенции ПК-6

№	Задание
1.	Привести постановку задачу оптимизации по массе деформируемой конструкции
2.	Решить графически задачу оптимального проектирования с двумя параметрами проектирования
3.	Сформулировать задачу оптимального проектирования на наихудший случай для многоэлементной ферменной конструкции

5.2.3. Типовые тестовые задания/ задачи для оценки формирования компетенции ПК-6 **См. п. 5.2.2.**

5.2.4. Темы курсовых работ, эссе, рефератов

Курсовые работы Учебным планом по данной дисциплине не предусмотрены

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Киселев В.Г. Оптимальное проектирование конструкций. Нижегородский государственный университет, 2016 – 67с. (2 экз.)
<http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=487939&idb=0>
2. Киселев В.Г. Оптимизация механических конструкций: проектно-ориентированных подход. Учебно-методическое пособие, Нижегородский государственный университет, 2018 – 69сю (2 экз.)
3. Малков В.П., Угодчиков А.Г. Оптимизация упругих систем. М.:Наука,1981,288 с.
<http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=81617&idb=0>
4. Хог Э., Арора Я. Прикладное оптимальное проектирование: Механические системы и конструкции. М.: Мир, 1983. - 479 с.
<http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=365007&idb=0>

б) дополнительная литература:

1. Ohsaki M. Optimization of Finite Dimensional Structures. CRC Press, 2011. 406 p.
<https://www.routledge.com/Optimization-of-Finite-Dimensional-Structures/Ohsaki/p/book/9781138113657>
2. Rao S.S. Engineering Optimization: Theory and Practice. 4th ed. John Wiley & Sons, 2009.830p.
<https://industri.fatek.unpatti.ac.id/wp-content/uploads/2019/03/018-Engineering-Optimization-Theory-and-Practice-Singiresu-S.-Rao-Edisi-4-2009.pdf>
3. Haftka R.T., Gurdal Z. Elements of structural optimization. 3rd ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1992. 502. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-011-2550-5>

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы
(в соответствии с содержанием дисциплины)**

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics.htm>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения Matlab.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 01.04.03 Механика и математическое моделирование.

Автор доц. Киселев В.Г.

Заведующий кафедрой, профессор _____ Игумнов Л.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики
от 30.11.2022 года, протокол № 3.