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 президиума Ученого совета ННГУ
протокол от
«11» мая 2021 г. № 2

Рабочая программа дисциплины
Оптимальное проектирование

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
01.03.03 Механика и математическое моделирование

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Математическое моделирование и компьютерный инжиниринг

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2021 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «**Оптимальное проектирование**» 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.ДВ.04.01, «Оптимальное проектирование» относится к части ООП направления подготовки 01.03.03 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-1	*ПК-1.1.*	**Знает** теоретические основы фундаментальных методов исследования проблем механики.	*Собеседование,*
	ПК-1.2.	**Умеет** самостоятельно применять полученные знания для анализа объекта исследования, определения целей и задач исследования, а также выбора корректного метода исследования научной проблемы.	*Выполнение заданий*
	ПК-1.3.	**Имеет практический опыт** научно-исследовательской деятельности в области механики, а именно решения научных задач в соответствии с поставленной целью и выбранной методикой.	*Собеседование по отчетам о выполненных работах*

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	**4 з.е.**
Часов по учебному плану	**144**
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	**26**
- занятия семинарского типа	**26**

Контроль самостоятельной работы (КСР)	**1**
самостоятельная работа	**91**
Промежуточная аттестация	**зачет**

3.2. Содержание дисциплины

Очная форма обучения							
№	**Наименование разделов и тем дисциплины**	Всего(часы)	в том числе				
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				**СР, часы**
			Занятия лекционного типа	**Занятия семинарского типа**	**Занятия лабораторного типа**	**Всего**	
1.	Основные положения оптимального проектирования конструкций	24	4	5		9	15
2.	Виды задач оптимизации по мерности и ограничениям	24	4	5		9	15
3.	Выпуклая оптимизация	24	4	5		9	15
4.	Анализ чувствительности	12	2	3		5	7
5.	Пластические предельный анализ и проектирование конструкций	24	4	5		9	15
6.	Теоремы об оптимизации конструкций	12	2	3		5	7
7.	Оптимизация динамических конструкций						
8.	Геометрическое программирование	24	4	5		9	15
	В т.ч. текущий контроль	1		1		1	
	Итого	144	26	26		52	91

Краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

1. **Основные положения оптимального проектирования конструкций.** Проектирование. Оптимальное проектирование. Математическая постановка задачи оптимизации. Приложения оптимизации.
2. **Виды задач оптимизации по мерности и ограничениям.** Одномерная оптимизация. Многомерная безусловная оптимизация. Многомерная оптимизация с ограничениями-равенствами. Многомерная оптимизация с ограничениями-неравенствами.
3. **Выпуклая оптимизация.** Основные понятия**.** Пример. Статически определимая ферма.
4. **Анализ чувствительности.** Что такое и зачем анализ чувствительности. Статика. Метод прямого дифференцирования. Метод сопряженных переменных. Свободные колебания. Предварительные сведения. Простое собственное значение. Простая собственная форма.

5. **Пластические предельный анализ и проектирование конструкций.** Начало и конец краха. Предельный анализ и проектирование для ферм. Предельный анализ изгибаемых конструкций. Предельное проектирование изгибаемых конструкций. Предельный анализ при независимых нагрузках.
6. **Теоремы об оптимизации конструкций**. Эквивалентные преобразования задач. Теорема Патнайка о равнопрочной ферме. Теорема о сепарабельной оптимизации. Применение теоремы для приближенной оптимизации массы составной конструкции при ограничениях по прочности элементов. Взаимные задачи.
7. **Оптимизация динамических конструкций.** Введение. Постановка задачи. Математический аппарат. Статический случай. Динамический случай. Установившиеся колебания.
8. **Геометрическое программирование**. Позиномы. Безусловная задача минимизации. Решение безусловной задачи с помощью дифференциального исчисления. Примеры.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

Итоговая аттестация проходит в традиционной форме (зачет), включающий изложение теоретических вопросов и выполнение типовых заданий.

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 и-графических работ на компьютере по темам.

Формами контроля самостоятельной работы студентов, соответственно, являются:

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

Экзамен 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	Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)

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
неудовлетворительно		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
хорошо		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
очень хорошо		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
отлично		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
превосходно		Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов	Продемонстрирован 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

Оценка		Уровень подготовки
		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-1

№	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
16.	Выпуклая оптимизация
17.	Что такое анализ чувствительности
18.	Анализ чувствительности статических перемещений

19.	Анализ чувствительности простого собственного значения
20.	Анализ чувствительности простой собственной формы
21.	Идеально-пластический материал
22.	Теорема о нижней границе в предельном анализе
23.	Пластический шарнир
24.	Предельное проектирование при изгибе
25.	Эквивалентные преобразования задач
26.	Теорема Патнайка о равнопрочной ферме
27.	Теорема о сепарабельной оптимизации
28.	Взаимные задачи
29.	Оптимизация динамических конструкций
30.	Геометрическое программирование. Позиномы

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки формирования компетенции ПК-1

№	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-1

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:	К-во
1.	Киселев В.Г. Оптимальное проектирование конструкций. Нижегородский государственный университет, 2016 – 68с	Э
2.	Киселев В.Г. Оптимизация механических конструкций: проектно-ориентированных подход. Учебно-методическое пособие, Нижегородский государственный университет, 2018 – 69с	Э
3.	Малков В.П., Угодчиков А.Г. Оптимизация упругих систем. М.:Наука,1981,288с	
4.	Хог Э., Арора Я. Прикладное оптимальное проектирование: Механические системы и конструкции. М.: Мир, 1983	

№	б) дополнительная литература:	К-во
1.	Ohsaki M. Optimization of Finite Dimensional Structures. CRC Press, 2011.	

№	б) дополнительная литература:	К-во
	406 p	
2.	Rao S.S. Engineering Optimization: Theory and Practice. 4th ed. John Wiley & Sons, 2009.830p.	Э
3.	Haftka R.T., Gurdal Z. Elements of structural optimization. 3rd ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1992. 502.	Э

№	в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)	«л» или «с»
1.	http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics.htm	С

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 ФГОС ОС 01.03.03 Механика и математическое моделирование

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики
от 2 июня 2021 года, протокол № 8.

Автор(ы) _доц. Киселев В.Г.

Рецензент(ы) _____

Заведующий кафедрой ТКЭМ_____Игумнов Л.А.