

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 15.04.03 Прикладная механика

Наименование образовательной программы: Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Вариативная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.07
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 2;
Часов (всего) по учебному плану:	72 часа
Лекции	3 семестр - 16 часов;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	3 семестр - 39,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	3 семестр - 0,3 часа;

Москва 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цой В.Э.
	Идентификатор	Rd9d3a9dd-TsoyVE-b05eb4b4

(подпись)

В.Э. Цой

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Позняк Е.В.
	Идентификатор	Rd1b94958-PozniakYV-2647307e

(подпись)

Е.В. Позняк

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883f

(подпись)

И.В. Меркурьев

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение и реализация математических методов решения задач оптимального проектирования, необходимых в проектно-конструкторской, производственно-технологической и научно-исследовательской деятельности студента

Задачи дисциплины

- Обучение студентов математическим методам решения задач оптимального проектирования;
- Выполнение основного цикла решения задач оптимального проектирования конструкций (корректная постановка задачи, выбор и исследование методов решения, анализ результатов) на примере модельных и реальных конструкций;
- Обучение студентов методам численного решения задач оптимизации конструкций, реализованным в современных программных комплексах;
- Обучение студентов применению специализированного программного обеспечения для решения задач оптимизации.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии		знать: - Современные наукоёмкие технологии для решения задач оптимального проектирования; - Основные подходы в формировании целевых функций и функциональных ограничений; - Математическую постановку задач оптимизации и основные понятия: целевая функция, пассивные и активные ограничения, критерии завершения поиска, параметры проектирования в задачах оптимального проектирования конструкций, множество Парето-оптимальных решений. уметь: - Корректно ставить конкретные задачи оптимального проектирования: выделять управляемые параметры, задавать прямые ограничения, формировать целевые функции и функциональные ограничения; - Формулировать технико-экономическое содержание задач оптимизации; - Разрабатывать физические и математические модели явлений и объектов, относящихся к области оптимального проектирования конструкций; - Обоснованно и эффективно применять

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
<p>ПК-6 способностью самостоятельно овладевать современными языками программирования и разрабатывать оригинальные пакеты прикладных программ и проводить с их помощью расчеты машин и приборов на динамику и прочность, устойчивость, надежность, трение и износ для специализированных задач прикладной механики</p>		<p>современные компьютерные технологии при проектировании.</p> <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основные принципы алгоритмизации и программирования процессов проектирования и конструирования; - Методы многомерной оптимизации: симплекс-методы, методы случайного поиска, методы последовательных направлений, метод Хука-Дживса, градиентные методы, ньютоновские и квазиньютоновские методы; - Методы одномерной оптимизации: метод дихотомии, четырёхточечные симметричные алгоритмы, методы простого перебора и случайного поиска, методы полиномиальной аппроксимации. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Реализовывать методы решения оптимизационных задач на доступном языке программирования (используется APDL в среде ANSYS); - Решать задачи оптимального проектирования конструкций в конечно-элементных комплексах, в том числе с помощью алгоритмов, реализованных на языке программирования APDL в среде ANSYS.
<p>ПК-14 способностью проектировать машины и конструкции с учетом требований обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин</p>		<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Методы решения задач многокритериальной оптимизации, методы построения множества Парето-оптимальных решений.; - Методы многомерной оптимизации с учетом ограничений: теорема Куна – Таккера, метод Бокса, метод штрафных функций, метод барьеров. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Выбирать наиболее эффективный в данных условиях метод решения задачи оптимизации; - Осознавать основные проблемы оптимального проектирования конструкций, при решении которых

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>возникает необходимость в сложных задачах выбора, требующих использования количественных и качественных методов;</p> <p>- Применять изученные алгоритмы оптимизации к решению прикладных проектно-конструкторских, производственно-технологических и научно-исследовательских задач на базе современных компьютерных технологий.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программе Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры (далее – ОПОП), направления подготовки 15.04.03 Прикладная механика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Дисциплина базируется на дисциплинах бакалавриата по направлению 15.03.03 Прикладная механика, а также на дисциплине «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»

- уметь Дисциплина базируется на дисциплинах бакалавриата по направлению 15.03.03 Прикладная механика, а также на дисциплине «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Математическая постановка задач оптимизации	6	3	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Подготовка к тесту 1. Освоение знаний по разделу 1. Практика в формулировании простейших задач оптимизации: определение параметров проектирования, формулирование целевой функции, составление функций-ограничений. Классификация полученной задачи. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 17-35</p>
1.1	Математическая постановка задач оптимизации	4		1	-	2	-	-	-	-	-	1	-	
1.2	Обзор современного состояния средств решения задач оптимизации	2		1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
2	Математические методы одномерной оптимизации	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Подготовка к тесту 2. Освоение знаний по разделу 2. Практика использования алгоритмов одномерной оптимизации без ограничений: перебор на сетке, четырёхточечные методы, метод Хука-Дживса, метод случайного поиска. Отработка примеров, демонстрирующих достоинства и недостатки изученных методов и границы их применимости. Реализация избранных алгоритмов на языке APDL в комплексе ANSYS. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], 28-46</p>
2.1	Одномерная оптимизация	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
3	Математические методы многомерной	12.00		4.0	-	4.0	-	-	-	-	-	4.00	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Подготовка к тесту 3. Освоение знаний по</p>

													аппроксимации ограничений-равенств. Реализация избранных алгоритмов на языке APDL в комплексе ANSYS. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 68-78
5	Применение методов оптимизации к решению задач оптимального проектирования типовых конструкций	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Подготовка к выполнению задач 1 и 2 РГР. Повторение знаний, полученных при изучении разделов 1-4. Освоение знаний по разделу 5. Практическое применение полученных знаний к решению задач оптимального проектирования конструкций. Формулирование задач проектирования равнопрочных конструкций при наличии ограничений. Практика решения задач многокритериальной оптимизации. Анализ Парето-оптимальных множеств, критерии выбора решения. Реализация избранных алгоритмов на языке APDL в комплексе ANSYS. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], 352-396
5.1	Оптимальное проектирование стержня постоянного и переменного сечения с целью отстройки первой собственной частоты колебаний от опасных резонансов с учетом минимизации массы	3	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	
5.2	Оптимальное проектирование кольцевой пластины переменной толщины при осесимметричном изгибе	4	1	-	1	-	-	-	-	-	2	-	
5.3	Проектирование равнопрочных конструкций	7	2	-	2	-	-	-	-	-	3	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	72.00	16.0	-	16.0	-	-	-	-	0.3	22.00	17.7	
	Итого за семестр	72.00	16.0	-	16.0	-	-	-	-	0.3	39.70		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам

дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Математическая постановка задач оптимизации

1.1. Математическая постановка задач оптимизации

Постановка задач оптимального проектирования конструкций. Параметры проектирования, параметры состояния и параметры качества. Целевая функция, пассивные и активные ограничения. Целевые функции (критерии оптимизации) в задачах оптимального проектирования конструкций. Классификация оптимизационных задач. Общая схема решения оптимизационных задач. Критерии завершения поиска.

1.2. Обзор современного состояния средств решения задач оптимизации

Параметрическая, топологическая и топографическая оптимизация. Задачи глобальной оптимизации. Поиск минимума мультимодальной функции. Современные стохастические методы. Эволюционные алгоритмы. Роевые алгоритмы. Современное ПО для решения задач оптимизации. Тестовые функции. Области применимости различных методов оптимизации. О вычислительной эффективности различных методов оптимизации.

2. Математические методы одномерной оптимизации

2.1. Одномерная оптимизация

Метод дихотомии в задачах одномерной оптимизации. Скорость сходимости метода дихотомии. Четырёхточечные симметричные алгоритмы одномерной оптимизации («золотого сечения», чисел Фибоначчи). Скорость сходимости четырехточечного алгоритма. Метод Хука – Дживса в задачах одномерной оптимизации. Методы простого перебора и случайного поиска в задачах одномерной оптимизации. Полиномиальная аппроксимация в задачах одномерной оптимизации.

3. Математические методы многомерной оптимизации

3.1. Симплекс-методы в задачах многомерной оптимизации

Метод регулярного недеформируемого симплекса. Метод Нелдера-Мида.

3.2. Методы случайного поиска в задачах многомерной оптимизации

Ненаправленный случайный поиск. Направленный случайный поиск. Статистический градиент.

3.3. Методы последовательных направлений в задачах многомерной оптимизации

Покоординатный поиск. Метод ортогональных направлений. Метод Пауэлла.

3.4. Метод Хука-Дживса в задачах многомерной оптимизации

Исследующий поиск, поиск по образцу. Модификации метода Хука-Дживса.

3.5. Градиентные методы многомерной оптимизации

Метод наискорейшего спуска. Метод тяжелого шарика. Овражный метод. Метод сопряженных градиентов (формула Флетчера-Ривса, формула Полака-Райбера).

3.6. Ньютоновские методы многомерной оптимизации

Метод Ньютона. Метод Ньютона-Рафсона. Достоинства и недостатки классических ньютоновских методов. Квазиньютоновские методы оптимизации: метод Давидона-

Флетчера-Пауэлла (DFP), симметричная формула ранга 1 (SR1), метод Бroyдена-Флетчера-Гольдфарба-Шанно (BFGS).

3.7. Линейное программирование

Линейное программирование - постановка задачи, алгоритмы решения.

4. Основные методы решения задач с активными и пассивными ограничениями

4.1. Оптимизация в задачах с пассивными ограничениями

Простейшие вычислительные алгоритмы. Методы множителей Лагранжа в задачах с пассивными ограничениями. Теорема Куна-Таккера. Метод Бокса. Метод штрафных функций. Метод барьеров.

4.2. Многокритериальная оптимизация

Многокритериальная оптимизация. Множество Парето-оптимальных решений. Скаляризация векторной целевой функции. Отбор решения из Парето-оптимального множества.

5. Применение методов оптимизации к решению задач оптимального проектирования типовых конструкций

5.1. Оптимальное проектирование стержня постоянного и переменного сечения с целью отстройки первой собственной частоты колебаний от опасных резонансов с учетом минимизации массы

Постановка задачи оптимизации: выбор параметров, формулировка целевой функции и ограничений. Применение различных методов получения оптимального решения. Анализ результатов.

5.2. Оптимальное проектирование кольцевой пластины переменной толщины при осесимметричном изгибе

Постановка задачи оптимизации: выбор параметров, формулировка целевой функции и ограничений. Применение различных методов получения оптимального решения. Анализ результатов.

5.3. Проектирование равнопрочных конструкций

Проектирование равнопрочного резервуара. Проектирование диска ротора турбины газотурбинного двигателя (ГТД), используя запасы по несущей способности. Проектирование равнопрочного диска ротора турбины ГТД. Проектирование равнопрочного замкового соединения типа «ласточкин хвост» рабочих колес ГТД.

3.3. Темы практических занятий

1. Изучение языка программирования APDL в конечно-элементном комплексе ANSYS;
2. Автоматизация в среде ANSYS процесса построения и прочностного анализа конструкции диска турбины ГТД;
3. Постановка задачи оптимизации и поиск оптимального проекта в среде ANSYS на примере оптимизации конструкции диска турбины ГТД;
4. Реализация четырехточечного симметричного алгоритма на языке программирования APDL в среде ANSYS. Минимизация типовой функции одной переменной с помощью созданного алгоритма;
5. Реализация метода Хука-Дживса для функции одной переменной на языке

программирования APDL в среде ANSYS. Минимизация типовой функции одной переменной с помощью созданного алгоритма;

6. Реализация метода деформируемого многогранника (метод Нелдера-Мида) для функции двух переменных на языке программирования APDL в среде ANSYS.

Минимизация типовой функции двух переменных с помощью созданного алгоритма;

7. Реализация на языке программирования APDL алгоритма определения Парето-оптимального множества на базе результатов случайного перебора.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
Знать:							
Математическую постановку задач оптимизации и основные понятия: целевая функция, пассивные и активные ограничения, критерии завершения поиска, параметры проектирования в задачах оптимального проектирования конструкций, множество Парето-оптимальных решений	ПК-1(Компетенция)	+					Тестирование/Математическая постановка оптимизационных задач
Основные подходы в формировании целевых функций и функциональных ограничений	ПК-1(Компетенция)		+				Тестирование/Математическая постановка оптимизационных задач
Современные наукоёмкие технологии для решения задач оптимального проектирования	ПК-1(Компетенция)	+			+		Тестирование/Математическая постановка оптимизационных задач
Методы одномерной оптимизации: метод дихотомии, четырёхточечные симметричные алгоритмы, методы простого перебора и случайного поиска, методы полиномиальной аппроксимации	ПК-6(Компетенция)		+				Тестирование/Методы одномерной оптимизации
Методы многомерной оптимизации: симплекс-методы, методы случайного поиска, методы последовательных направлений, метод Хука-Дживса, градиентные методы, ньютоновские и квазиньютоновские методы	ПК-6(Компетенция)			+			Тестирование/Математическая постановка оптимизационных задач Тестирование/Методы многомерной оптимизации
Основные принципы алгоритмизации и программирования процессов проектирования и конструирования	ПК-6(Компетенция)				+		Тестирование/Математическая постановка оптимизационных задач Тестирование/Методы многомерной оптимизации Контрольная работа/Решение оптимизационных задач

Методы многомерной оптимизации с учетом ограничений: теорема Куна – Таккера, метод Бокса, метод штрафных функций, метод барьеров	ПК-14(Компетенция)				+		Контрольная работа/Решение оптимизационных задач
Методы решения задач многокритериальной оптимизации, методы построения множества Парето-оптимальных решений.	ПК-14(Компетенция)				+		Контрольная работа/Решение оптимизационных задач
Уметь:							
Обоснованно и эффективно применять современные компьютерные технологии при проектировании	ПК-1(Компетенция)				+		Тестирование/Методы многомерной оптимизации
Разрабатывать физические и математические модели явлений и объектов, относящихся к области оптимального проектирования конструкций	ПК-1(Компетенция)					+	Контрольная работа/Решение оптимизационных задач
Формулировать технико-экономическое содержание задач оптимизации	ПК-1(Компетенция)				+		Контрольная работа/Решение оптимизационных задач
Корректно ставить конкретные задачи оптимального проектирования: выделять управляемые параметры, задавать прямые ограничения, формировать целевые функции и функциональные ограничения	ПК-1(Компетенция)				+		Тестирование/Математическая постановка оптимизационных задач
Решать задачи оптимального проектирования конструкций в конечно-элементных комплексах, в том числе с помощью алгоритмов, реализованных на языке программирования APDL в среде ANSYS	ПК-6(Компетенция)					+	Контрольная работа/Решение оптимизационных задач
Реализовывать методы решения оптимизационных задач на доступном языке программирования (используется APDL в среде ANSYS)	ПК-6(Компетенция)			+	+		Тестирование/Математическая постановка оптимизационных задач Тестирование/Методы многомерной оптимизации
Применять изученные алгоритмы оптимизации к решению прикладных проектно-конструкторских, производственно-технологических и научно-исследовательских задач на базе современных компьютерных технологий	ПК-14(Компетенция)				+	+	Контрольная работа/Решение оптимизационных задач
Осознавать основные проблемы оптимального проектирования конструкций, при решении которых	ПК-14(Компетенция)				+	+	Тестирование/Математическая постановка оптимизационных задач

возникает необходимость в сложных задачах выбора, требующих использования количественных и качественных методов						Контрольная работа/Решение оптимизационных задач
Выбирать наиболее эффективный в данных условиях метод решения задачи оптимизации	ПК-14(Компетенция)			+	+	Тестирование/Методы многомерной оптимизации

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Математическая постановка оптимизационных задач (Тестирование)
2. Методы многомерной оптимизации (Тестирование)
3. Методы одномерной оптимизации (Тестирование)
4. Решение оптимизационных задач (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №3)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ». В приложение к диплому выносятся оценка за 3 семестр.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Реклейтис, Г. Оптимизация в технике. В 2-х кн. Кн.1 : пер. с англ. / Г. Реклейтис, А. Рейвиндран, К. Рэгсел . – М. : Мир, 1986 . – 349 с.;
2. Реклейтис, Г. Оптимизация в технике. В 2-х кн. Кн.2 : пер. с англ. / Г. Реклейтис, А. Рейвиндран, К. Рэгсел . – М. : Мир, 1986 . – 320 с.;
3. Банди, Б. Методы оптимизации. Вводный курс : пер. с англ. / Б. Банди . – М. : Радио и связь, 1988 . – 127 с.;
4. Васильев, Ф. П. Численные методы решения экстремальных задач : Учебное пособие для вузов по специальности "Прикладная математика" / Ф. П. Васильев . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Наука, 1988 . – 552 с. - ISBN 5-02-013796-0 .;
5. Уайлд, Д. Дж. Методы поиска экстремума / Д. Дж. Уайлд . – М. : Наука, 1967 . – 267 с.;
6. Ф. П. Васильев- "Методы оптимизации" 1, (Изд. нов., перераб. и доп.), Издательство: "МЦНМО", Москва, 2011 - (620 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63313>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Ansys / CAE Fidesys;
5. Майнд Видеоконференции.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Г-401, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-112, Лаборатория вычислительной механики	стол, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Б-412, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Б-109/1, Рабинет сотрудников каф. "РМДиПМ"	стол, стул, шкаф, компьютер персональный

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Оптимальное проектирование

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Математическая постановка оптимизационных задач (Тестирование)

КМ-2 Методы одномерной оптимизации (Тестирование)

КМ-3 Методы многомерной оптимизации (Тестирование)

КМ-4 Решение оптимизационных задач (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Математическая постановка задач оптимизации					
1.1	Математическая постановка задач оптимизации		+			
1.2	Обзор современного состояния средств решения задач оптимизации		+			
2	Математические методы одномерной оптимизации					
2.1	Одномерная оптимизация		+	+		
3	Математические методы многомерной оптимизации					
3.1	Симплекс-методы в задачах многомерной оптимизации		+		+	
3.2	Методы случайного поиска в задачах многомерной оптимизации		+		+	
3.3	Методы последовательных направлений в задачах многомерной оптимизации		+		+	
3.4	Метод Хука-Дживса в задачах многомерной оптимизации		+		+	
3.5	Градиентные методы многомерной оптимизации		+		+	
3.6	Ньютоновские методы многомерной оптимизации		+		+	
3.7	Линейное программирование		+		+	
4	Основные методы решения задач с активными и пассивными ограничениями					
4.1	Оптимизация в задачах с пассивными ограничениями		+		+	+

4.2	Многокритериальная оптимизация	+		+	+
5	Применение методов оптимизации к решению задач оптимального проектирования типовых конструкций				
5.1	Оптимальное проектирование стержня постоянного и переменного сечения с целью отстройки первой собственной частоты колебаний от опасных резонансов с учетом минимизации массы	+			+
5.2	Оптимальное проектирование кольцевой пластины переменной толщины при осесимметричном изгибе	+			+
5.3	Проектирование равнопрочных конструкций	+			+
Вес КМ, %:		30	15	25	30