

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Аэрокосмический факультет

Кафедра «Ракетно-космическая техника и энергетические системы»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
д-р техн. наук, проф.

Н.В. Лобов

2016 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы оптимального проектирования»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа академического бакалавриата

Направление 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

Профили подготовки бакалавра

Автоматизированные гидравлические и
пневматические системы и агрегаты

Газотурбинные и паротурбинные
установки и двигатели

бакалавр

Ракетно-космическая техника и
энергетические системы

очная

Квалификация (степень) выпускника:

Выпускающая кафедра:

Форма обучения:

Курс: 3

Семестр(ы): 5

Трудоемкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

4

Часов по рабочему учебному плану:

144

Виды контроля:

Экзамен: 5 Зачет: –


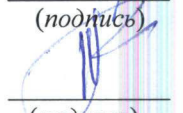
Курсовой проект: – Курсовая работа: –

Пермь, 2016 г.


Учебно-методический комплекс дисциплины «Методы оптимального проектирования» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «1» октября 2015 г. номер приказа «1083» по направлению подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»;
- компетентностных моделей выпускника ОПОП по направлению подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», профилям «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты» и «Газотурбинные и паротурбинные установки и двигатели», утвержденных 24 июня 2013 г. с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО
- базовых учебных планов очной формы обучения по направлению подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», профилям «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты» и «Газотурбинные и паротурбинные установки и двигатели», утвержденных 28 апреля 2016 г.

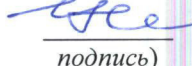
Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин «Технология конструкционных материалов», «Механика материалов и конструкций», «Детали машин и основы конструирования», «Теория тепломассообмена и пограничного слоя», «Электротехника и электроника», «Динамика и прочность турбомашин», «Автоматическое регулирование энергоустановок», «Строительная механика энергоустановок», «Управление качеством», «Теория поиска и принятия решений», «Объемные гидравлические машины и объемные гидропередачи», «Гидравлические приводы и системы автоматики», «Элементы гидравлических и пневматических систем», «Технологические гидросистемы промышленных объектов», участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик	<u>канд. техн. наук, доц.</u> (ученая степень, звание)	 (подпись)	<u>В.В. Павлоградский</u> (инициалы, фамилия)
Рецензент	<u>д-р техн. наук, проф.</u> (ученая степень, звание)	 (подпись)	<u>Р.В. Бульбович</u> (инициалы, фамилия)

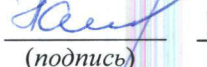

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Ракетно-космическая техника и энергетические системы» « 8 » ноября 2016 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой «Ракетно-космическая техника и энергетические системы», ведущей дисциплину	<u>д-р техн. наук, проф.</u> (ученая степень, звание)	 (подпись)	<u>М.И. Соколовский</u> (инициалы, фамилия)
--	--	---	--

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией Аэрокосмического факультета « 2 » декабря 2016 г., протокол № 3

Председатель учебно-методической комиссии аэрокосмического факультета	<u>канд. техн. наук, доц.</u> (ученая степень, звание)	 (подпись)	<u>Н.Е. Чигодаев</u> (инициалы, фамилия)
---	---	---	---

Согласовано:

Заведующий выпускающей кафедрой «Ракетно-космическая техника и энергетические системы»	<u>д-р техн. наук, проф.</u> (ученая степень, звание)	 (подпись)	<u>М.И. Соколовский</u> (инициалы, фамилия)
Начальник управления образовательных программ	<u>канд. техн. наук, доц.</u> (ученая степень, звание)	 (подпись)	<u>Д.С. Репецкий</u> (инициалы, фамилия)

1 Общие положения

1.1 Цели дисциплины

Целью дисциплины является изучение и реализация математических методов решения задач оптимального проектирования, необходимых в проектно-конструкторской, производственно-технологической и научно-исследовательской деятельности в процессе обучения в студента университета и в дальнейшей работе по специальности.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет следующие профессиональные компетенции:

– способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения (ПК-3).

1.2 Задачи дисциплины:

- **изучение** математических методов решения задач оптимального проектирования;
- **формирование умения** решения задач оптимального проектирования объектов энергетического машиностроения (корректная постановка задачи, выбор и исследование методов решения, анализ результатов) на примере модельных и реальных конструкций;
- **формирование навыков** численного решения задач оптимального проектирования конструкций, применяемых в энергомашиностроении.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- математические методы решения задач оптимального проектирования.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы оптимального проектирования» относится к вариативной части блока 1 Дисциплины (модули) дисциплин учебного плана и является дисциплиной по выбору студентов при освоении ОПОП по направлению подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», профилям «Газотурбинные и паротурбинные установки и двигатели» и «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты».

После изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и демонстрировать следующие результаты:

• **знать:**

- методы инженерного творчества;
- основы теории оптимизации;
- методы одномерной и многомерной оптимизации;
- методы решения задач условной и безусловной оптимизации;
- методы решения задач линейного программирования;
- методы решения многокритериальных задач;
- вычислительные методы оптимизации и математические программы для решения прикладных задач оптимального проектирования объектов энергетического машиностроения;

• **уметь:**

- решать задачи одномерной и многомерной оптимизации с использованием численных методов и современных математических программ;
- решать типичные задачи линейного программирования;

– применять полученные знания в области оптимального проектирования к решению прикладных задач;

• **владеть:**

– навыками решения практических задач оптимального проектирования конструкций.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Профессиональные компетенции			
ПК-10	Способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	Технология конструкционных материалов, Механика материалов и конструкций, Электротехника и электроника.	Детали машин и основы конструирования, Динамика и прочность турбомашин, Автоматическое регулирование энергоустановок, Строительная механика энергоустановок, Управление качеством, Теория тепломассообмена и пограничного слоя, Теория поиска и принятия решений, Объемные гидравлические машины и объемные гидропередачи, Гидравлические приводы и системы автоматики, Элементы гидравлических и пневматических систем, Технологические гидросистемы промышленных объектов.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-3.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК-3

Код	Формулировка компетенции
ПК-3	Способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения.

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-3.Б1.ДВ.04.1	Способность обосновывать оптимальные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы инженерного творчества; – основы теории оптимизации; – методы одномерной и многомерной оптимизации; – методы решения задач условной и безусловной оптимизации; – методы решения задач линейного программирования; – методы решения многокритериальных задач; – вычислительные методы оптимизации и математические программы для решения прикладных задач оптимального проектирования объектов энергетического машиностроения. 	<p>Лекции с использованием мультимедиа-технологий.</p> <p>Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</p>	<p>Тестовые вопросы для текущего и рубежного контроля.</p> <p>Вопросы к экзамену</p>
<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – решать задачи одномерной и многомерной оптимизации с использованием численных методов и современных математических программ; – решать типичные задачи линейного программирования; – применять полученные знания в области оптимального проектирования к решению прикладных задач. 	<p>Практические занятия и лабораторные работы.</p> <p>Самостоятельная работа студентов по решению практических задач.</p>	<p>Практические задания к контрольным работам. Отчёты по лабораторным работам, выполнение расчетно-графических работ.</p> <p>Практические задания к экзамену</p>

Владеет: – навыками решения практических задач оптимального проектирования конструкций.	Расчетно-графические работы. Практические занятия. Лабораторные работы.	Результаты выполнения расчетно-графических работ. Отчёты по лабораторным работам. Практические задания к экзамену.
---	---	--

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 4 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоемкость, час.
1	2	3
1	Аудиторная (контактная) работа	45
	– лекции (Л)	14
	– практические занятия (ПЗ)	18
	– лабораторные работы (ЛР)	9
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4
3	Самостоятельная работа	63
	– изучение теоретического материала	27
	– расчётно-графические работы	18
	– подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, практическим, лабораторным)	18
4	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине	Экзамен 36
5	Трудоёмкость дисциплины, всего:	
	в часах (ч)	144
	в зачётных единицах (ЗЕ)	4

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)							Трудоёмкость ч / ЗЕТ	
			Аудиторная работа				КСР	Итоговый контроль	Самостоятельная работа		
			Всего	Л	ПЗ	ЛР					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	Введение		0,5	0,5							0,5/0,014
1	1	1	2	2					6	8	
		2	4	2	2				4	8	
		3	5	1	4				8	13	
	Итого по модулю:		11	5	6		2		18	31/0,861	
2	2	4	7	2	2	3			12	19	
		5	8	2	4	2			12	20	
		6	8	2	4	2			12	20	
		7	6	2	2	2			9	15	
Итого по модулю:		29	8	12	9	2		45	76/2,111		
	Заключение		0,5	0,5						0,5/0,014	
Промежуточная аттестация								экзамен 36		36/1	
Всего:			41	14	18	9	4	36	63	144/4	

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Введение. Л – 0,5 ч.

Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины. Место дисциплины в системе подготовки специалиста. Состав дисциплины. Формы промежуточного и заключительного контроля. Рекомендуемая основная и дополнительная литература.

Определение проектирования. Задача проектирования. Особенности проектирования как инженерной деятельности.

Модуль 1. Общие вопросы оптимального проектирования

Раздел 1. Общие вопросы оптимального проектирования

Л – 5 ч; ПЗ – 6 ч; СРС – 18 ч.

Тема 1. Введение в оптимальное проектирование

Основные определения и понятия оптимального проектирования.

Основные этапы проектирования новой технической системы. Постановка задачи. Выбор решения. Исследование решения. Разработка решения. Внедрение.

Обзор методов оптимального проектирования. Математические методы оптимального проектирования. Системы автоматизированного проектирования.

Методы инженерного творчества. Методы конструирования. Экспериментальные методы. Статистические методы. Имитационное моделирование. Экспертные методы получения количественных и качественных оценок альтернатив.

Тема 2. Основы теории оптимизации

Основы теории оптимизации. Структурная и параметрическая оптимизация, их характеристика. Задачи структурной оптимизации и методы их решения. Задачи параметрической оптимизации.

Формализации задачи: построение математической модели. Проектные параметры. Выбор критериев оптимальности конструкции. Критерии оптимизации в задачах оптимального проектирования, целевая функция. Особые случаи для целевой функции и проектных параметров. Основные типы ограничений. Параметры проектирования. Показатели качества. Пример постановки задачи параметрической оптимизации.

Формулировка задачи оптимизации. Классификация задач оптимизации. Условная и безусловная оптимизация. Однокритериальные и многокритериальные задачи оптимизации.

Тема 3. Методы инженерного творчества

Классификация методов инженерного творчества.

Метод проб и ошибок. Метод контрольных вопросов. Метод мозгового штурма. Метод синектики. Метод морфологического анализа и синтеза технических решений. Метод инверсии. Метод эмпатии. Теория решения изобретательских задач.

Модуль 2. Математические методы оптимального проектирования

Раздел 2. Математические методы оптимального проектирования

Л – 8 ч; ПЗ – 12 ч; ЛР – 9 ч; СРС – 45 ч.

Тема 4. Методы одномерной оптимизации

Свойства функций одной переменной. Стационарная точка. Необходимые и достаточные условия существования локального минимума (максимума) дифференцируемых функций.

Классификация методов одномерной оптимизации.

Методы исключения интервалов: метод деления интервала пополам, метод золотого сечения, метод Фибоначчи. Сравнение методов исключения интервалов.

Методы точечного оценивания с использованием полиномиальной аппроксимации: метод оценивания с использованием квадратичной аппроксимации, метод последовательного оценивания с использованием квадратичной аппроксимации (метод Пауэлла).

Методы с использованием производных: метод Ньютона-Рафсона, метод средней точки, метод секущих.

Тема 5. Методы многомерной оптимизации

Стационарная точка. Понятия градиента, поверхности уровня. Матрица Гессе. Необходимое и достаточное условие существования локального минимума (максимума) дифференцируемых функций от нескольких переменных.

Классификация методов многомерной оптимизации.

Методы прямого поиска. Метод покоординатного спуска. Симплекс-метод. Алгоритмы метода случайного поиска: простой случайный поиск, алгоритмы направленного случайного поиска (алгоритм парной пробы, алгоритм наилучшей пробы, метод статистического градиента).

Градиентные методы: метод градиентного спуска, метод сопряженных градиентов.

Методы второго порядка: метод Дэвидона-Флетчера-Пауэлла.

Достоинства и недостатки методов многомерной оптимизации. Выбор наилучшего метода.

Решение задач безусловной оптимизации в Mathcad.

Методы условной минимизации. Сведение задачи с ограничениями к задаче безусловной оптимизации (метод штрафных функций).

Тема 6. Задача линейного программирования

Общая форма задачи линейного программирования. Приведение задачи линейного программирования к канонической форме.

Геометрическое решение задачи линейного программирования. Решение задачи линейного программирования с использованием симплекс-метода. Базисные и свободные переменные. Получение опорного решения. Алгоритм симплекс метода. Возможные случаи решения задачи линейного программирования.

Типичные задачи линейного программирования: задача об оптимальном выпуске продукции, задача оптимизации межотраслевых потоков, транспортная задача, задача о выборе производственной программы.

Решение задачи линейного программирования в Mathcad.

Тема 7. Решение задач многокритериальной оптимизации

Постановка задачи многокритериальной оптимизации. Множество Парето. Методы решения многокритериальных задач: метод идеальной точки, метод равных и наименьших отклонений, метод последовательных уступок.

Заключение. ЛК – 0,5 ч

Современные тенденции в развитии методов оптимального проектирования.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.3 – Темы практических занятий

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	3
1	2	Постановка и решение задачи оптимизации – 2 час.
2	2	Методы инженерного творчества – 2 час.
3	3	Теория решения изобретательских задач – 2 час.
4	4	Решение задачи одномерной оптимизации с использованием метода Пауэлла – 2 час.
5	5	Решение задачи многомерной оптимизации с использованием метода покоординатного спуска – 2 час.
6	5	Решение задачи многомерной оптимизации с использованием метода градиентного спуска – 2 час.
7	6	Геометрическое решение задачи линейного программирования – 2 час.
8	6	Решение задачи линейного программирования симплекс-методом – 2 час.
9	7	Решение задачи многокритериальной оптимизации – 2 час.

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.4 – Темы лабораторных работ

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	2	3
1	4	Разработка программы решения задачи одномерной оптимизации с использованием методов половинного деления и золотого сечения – 3 час.
2	5	Разработка программы решения задачи многомерной оптимизации с использованием метода покоординатного спуска – 2 час.
3	6	Решение задачи линейного программирования с использованием программы Mathcad – 2 час.
4	7	Решение задачи многокритериальной оптимизации – 2 час.

5. 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.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестров, график изучения дисциплины приводится п.7.
5. 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.

5.1 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов (СРС)	Трудоемкость, час.
1	2	3
1	Изучение теоретического материала	6
2	Изучение теоретического материала Подготовка к практическому занятию	2 2
3	Изучение теоретического материала Подготовка к практическому занятию	2 6
4	Изучение теоретического материала Выполнение расчетно-графической работы Подготовка к практическому занятию	4 6 2
5	Изучение теоретического материала Выполнение расчетно-графической работы Подготовка к практическому занятию	4 6 2
6	Изучение теоретического материала Выполнение расчетно-графической работы Подготовка к практическому занятию	4 6 2
7	Изучение теоретического материала Подготовка к практическому занятию	5 4
	Итого ч/ЗЕ	63/1,75

5.1.1. Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно:

Тема 3. Метод контрольных вопросов. Метод синектики. Метод морфологического анализа и синтеза технических решений. Метод инверсии. Метод эмпатии. Теория решения изобретательских задач.

Тема 5. Методы условной минимизации. Сведение задачи с ограничениями к задаче безусловной оптимизации (метод штрафных функций).

Тема 6. Типичные задачи линейного программирования: задача об оптимальном выпуске продукции, задача оптимизации межотраслевых потоков, транспортная задача, задача о выборе производственной программы.

5.1.2 Курсовой проект (курсовая работа)

Не предусмотрены.

5.1.3 Реферат

Не предусмотрен.

5.1.4 Расчетно-графические работы

1. Решение задачи одномерной оптимизации.
2. Решение задачи многомерной оптимизации.
3. Решение задачи линейного программирования симплекс-методом.

5.1.5 Индивидуальное задание

Не предусмотрено.

5.2 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. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Проведение практических занятий и лабораторных работ основывается на интерактивном методе обучения, при котором учащиеся 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 учащихся на достижение целей занятия.

6 Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных компетенций проводится в следующих формах:

- контрольная работа и опрос для анализа усвоения материала предыдущей лекции;
- оценка работы студента на лекционных и практических занятиях в рамках рейтинговой системы.

6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Промежуточный контроль освоения дисциплинарных компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- контрольные работы (модуль 1,2);
- защита расчетно-графических работ (модуль 2);
- защита лабораторных работ (модуль 2).

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) Зачёт

Не предусмотрен.

2) Экзамен

Условием допуска к экзамену является выполнение и сдача всех планируемых лабораторных и расчетно-графических работ.

Экзамен по дисциплине проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса и одно практическое задание. Экзаменационная оценка выставляется с учётом результатов рубежной аттестации и сдачи лабораторных работ.

Оценка «отлично» ставится при правильном решении практического задания, подробных ответах на теоретические вопросы и правильных ответах на два-три дополнительных вопроса.

Оценка «хорошо» ставится при правильном решении практического задания и ответов с замечаниями на теоретические вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится при правильном решении практического задания и правильном ответе на один из теоретических вопросов. В остальных случаях ставится оценка «неудовлетворительно».

Фонды оценочных средств, включающие список вопросов для проведения экзамена, типовые задания, входящие в состав билетов к экзамену, методы оценки и критерии оценивания, позволяющие характеризовать результаты освоения студентом содержания данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 – Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий и рубежный					Промежуточная аттестация
	ТК	ПК	РГР	ПЗ	ЛР	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7
Усвоенные знания						
знает:						
– методы инженерного творчества;	+	+				ТВ
– основы теории оптимизации;	+	+				ТВ
– методы одномерной и многомерной оптимизации;	+	+				ТВ
– методы решения задач условной и безусловной оптимизации;	+	+				ТВ
– методы решения задач линейного программирования;	+	+				ТВ
– методы решения многокритериальных задач;	+	+				ТВ
– вычислительные методы оптимизации, математические программы для решения прикладных задач оптимального проектирования объектов энергетического машиностроения.	+	+				ТВ
Освоенные умения						
умеет:						
– решать задачи одномерной и многомерной оптимизации с использованием численных методов и современных математических программ;			+	+	+	КЗ
– решать типичные задачи линейного программирования;			+	+	+	КЗ
– применять полученные знания в области оптимального проектирования к решению прикладных задач.			+	+	+	КЗ
Приобретенные владения						
владеет:						
– навыками решения практических задач оптимального проектирования конструкций.			+	+	+	КЗ

Примечание:

ТК – текущий контроль в форме контрольных работ (оценка знаний);

ПК – промежуточный контроль в форме контрольных работ (оценка знаний);

РГР – расчётно-графические работы (оценка владений);

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка владений).

ПЗ – выполнение практических занятий с подготовкой отчёта (оценка владений);

ТВ – теоретический вопрос; КЗ – комплексное задание экзамена.

7 График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям																		Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Раздел:	Р1						Р2												
Лекции	2		2		2		2				2		2		2				14
Лаборат. занятия										2		2		2		2		1	9
Практ. занятия		2		2		2		2		2		2		2		2		2	18
КСР						2											2		4
Изучение теор. мат.	2	2	2	2	2		2	2	4	2	2		2		2		1		27
Подготовка к ауд. зан.	2	2	2	2	2	2	2	2	2										18
Расч.-графич. работы											2	2	2	2	2	2	3	3	18
Модуль:	М1						М2												108
Контрольные работы						+												+	
Дисциплин. контроль																			Экз./36

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

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.ДВ.04.1 Методы оптимального проектирования <small>(индекс и полное название дисциплины)</small>	Блок 1. Дисциплины (модули) <small>(блок)</small> <input type="checkbox"/> базовая часть блока <input type="checkbox"/> обязательная <input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть блока <input checked="" type="checkbox"/> по выбору студента
--	---

13.03.03 <small>(код направления)</small>	Энергетическое машиностроение, профили «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты» и «Газотурбинные и паротурбинные установки и двигатели» <small>(полное название направления подготовки)</small>
---	--

ЭМ / АГПС, ГПУД <small>(аббревиатура направления)</small>	Уровень подготовки <input type="checkbox"/> специалист <input checked="" type="checkbox"/> бакалавр <input type="checkbox"/> магистр	Форма обучения <input checked="" type="checkbox"/> очная <input type="checkbox"/> заочная <input type="checkbox"/> очно-заочная
---	--	---

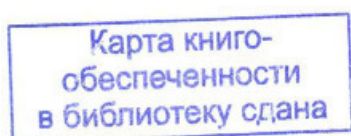
<u>2016</u> <small>(год утверждения учебного плана ООП)</small>	Семестр(ы)	<u>5</u>	Количество групп	<u>1</u>	
			Количество студентов	<u>20</u>	

<u>Павлоградский Виктор Васильевич</u> <small>(фамилия, инициалы преподавателя)</small>	<u>доцент</u> <small>(должность)</small>
<u>Аэрокосмический</u> <small>(факультет)</small>	
<u>РКТиЭС</u> <small>(кафедра)</small>	<u>2-39-12-33</u> <small>(контактная информация)</small>

Карта книго-обеспеченности в библиотеку сдана

**8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы,
необходимой для освоения дисциплины**

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Панов В.А. Математические основы теории систем. Методы оптимизации: учебное пособие для вузов. Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011. – 147 с.	41 + ЭБ ПНИПУ
2	Лесин В.В., Лисовец Ю.П. Основы методов оптимизации : учебное пособие для втузов. Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 341 с.	17 + ЭБС "Лань"
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Учаев П.Н. Оптимизация инженерных решений в примерах и задачах: учебное пособие для вузов. Старый Оскол: ТНТ, 2011. – 175 с.	5
2	Ашманов С.А. Теория оптимизации в задачах и упражнениях : учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2012. – 447 с.	7 + ЭБС "Лань"
3	Колмогоров Г.Л., Лежнева А.А. Оптимальное проектирование конструкций. Пермь: Изд-во ПГТУ, 2005, 2009. – 167 с.	92
2.2 Периодические издания		
Не предусмотрены		
2.3 Нормативно-технические издания		
Не предусмотрены		
2.4 Официальные издания		
Не предусмотрены		
2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс: полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014. – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . – Загл. с экрана.	
2	Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: [полнотекстовая база данных: электрон. версии кн., журн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: http://e.lanbook.com , по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.	



Основные данные об обеспеченности на

08.11.2016

*(дата одобрения рабочей программы на заседании кафедры)*основная литература обеспечена не обеспеченадополнительная литература обеспечена не обеспеченаЗав. отделом комплектования научной библиотеки _____ *Н.В. Тюрикова* Н.В. Тюрикова**Данные об обеспеченности на***(дата составления рабочей программы)*основная литература обеспечена не обеспеченадополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования научной библиотеки _____ Н.В. Тюрикова

8.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы**

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5
1	Лабораторные работы	Mathcad 14 University Classroom	SE14RYMMEV0002-FLEX	Решение оптимизационной задачи линейного и нелинейного программирования

8.4 Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.2 – Используемые аудио- и видео-пособия

Вид аудио-видео пособия				Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	слайды	аудио-пособие	
1	2	3	4	5
		+		Электронные лекции-презентации по дисциплине «Методы оптимального проектирования»

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку сдана

9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п/п	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Аудитория, оборудованная проектором и компьютером	РКТЭС	304 к.Д АКФ	72	42
2	Компьютерный класс	РКТЭС	314 к.Д АКФ	72	12

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п/п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма владения, пользования (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Проектор	1	Оперативное управление	304 к.Д АКФ
2	Компьютеры	12	Оперативное управление	314 к.Д АКФ

Лист регистрации изменений

№ п/п	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		
5		
6		