

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

Е.И. Луковникова

« 19 » декабря 2018г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИН**

• **Б1.В.ДВ.03.01**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

15.06.01 Машиностроение

05.02.02 Машиноведение, системы приводов и детали машин

Квалификация (степень) выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

<b>1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....</b>	<b>3</b>
1.1 Цель дисциплины .....	3
1.2 Задачи дисциплины.....	3
1.3 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы .....	3
1.4 Требования к уровню освоения содержания дисциплины .....	3
<b>2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФОРМАМ ОБУЧЕНИЯ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ .....</b>	<b>5</b>
2.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения .....	5
2.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость .....	5
<b>3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
3.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебной работы .....	5
3.2 Содержание лекционных занятий.....	6
3.3 Лабораторные работы.....	8
3.4 Практические занятия, семинары.....	8
3.5 Контрольные мероприятия .....	8
<b>4. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>9</b>
<b>5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ....</b>	<b>10</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>10</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>10</b>
<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>11</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>12</b>
<b>10 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>12</b>
<b>Приложение 1.</b> Аннотация рабочей программы дисциплины .....	<b>14</b>
<b>Приложение 2.</b> Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации .....	<b>15</b>
<b>Приложение 3.</b> Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....	<b>19</b>
Приложение 4. Содержание дисциплины для заочной формы обучения .....	20

# 1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1. Цель дисциплины

Целью дисциплины является углубленная подготовка аспирантов и соискателей по научной специальности 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин с фундаментальными знаниями методов математического программирования, многокритериальной оптимизации и навыков их практического применения для оптимального проектирования машин с целью улучшения их показателей.

## 1.2. Задачи дисциплины

При проектировании технических устройств различного назначения часть параметров можно изменять в определенных пределах, что приводит к появлению множества вариантов создаваемого устройства. В результате возникает проблема выбора из этого множества альтернатив наилучшей альтернативы с точки зрения критерия (критериев) оптимальности. Соответствующие такому выбору задачи оптимизации называют задачами оптимального проектирования. Поэтому, при подготовке аспирантов и соискателей по научной специальности 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин ставятся задачи изучения основ методов оптимизации:

- математического программирования;
- линейного программирования;
- квадратичного программирования;
- дробно-линейного программирования;
- методов одномерной минимизации;
- численных методов безусловной минимизации;
- многокритериальной оптимизации.

## 1.3. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 «Оптимальное проектирование машин» относится к вариативной части.

Дисциплина «Оптимальное проектирование машин» базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: детали машин, обеспечение эксплуатационных характеристик тяжело нагруженных соединений деталей машин, механика контактирования деталей машин.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, «Оптимальное проектирование машин» представляет основу для изучения дисциплины (дисциплин): машиноведение, системы приводов и детали машин.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации Исследователь. Преподаватель-исследователь.

## 1.4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-1	способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также	<b>знать:</b> основные методы научно-исследовательской деятельности, используемые в машиностроении. <b>уметь:</b> использовать имеющиеся знания для интерпретации и оценки новых решений в области построения и моделирования машин, приводов; оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства. <b>владеть:</b>

	средств технологического оснащения производства	Навыками оценки новых решений в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования.
ОПК-2	способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	<b>знать:</b> современные методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера; <b>уметь:</b> - использовать современные методы исследования при решении задач конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники; <b>владеть:</b> методами анализа и оценки новизны, актуальности, достоверности и представления получаемых результатов.
ОПК-4	способностью проявлять инициативу в области научных исследований, в том числе в ситуациях технического и экономического риска, с осознанием меры ответственности за принимаемые решения	<b>знать:</b> -возможные последствия принятого инициативного решения в области научных исследований и осознавать ответственность перед собой и обществом. <b>уметь:</b> -осуществлять оценку технических и экономических рисков при решении конструкторско-технологических задач в области машиностроения. <b>владеть:</b> -навыками реализации конструкторско-технологических задач и внедрения перспективных технологий.
ОПК-5	способность планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов	<b>знать:</b> - планирование, постановку и проведение экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов; <b>уметь:</b> - осуществлять планирование, постановку и проведение экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов; <b>владеть:</b> - планированием, постановкой и проведением экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов.
ПК-3	способность разрабатывать варианты решения научной проблемы, находить решения в условиях многокритериальной постановки	<b>знать:</b> - научные проблемы; <b>уметь:</b> - разрабатывать варианты решения научной проблемы, анализировать эти проблемы, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности; <b>владеть:</b> - анализом научных проблем, нахождением компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности
ПК-5	способностью определять методы повышения долговечности деталей и узлов машин	<b>знать</b> - фундаментальные основы долговечности и надежности отдельных узлов и деталей машины. <b>уметь</b> - определять факторы, влияющие на долговечность надежности отдельных узлов и деталей машин. <b>владеть:</b> - методами повышения долговечности деталей машины на всех

этапах ее создания и эксплуатации.

## 2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФОРМАМ ОБУЧЕНИЯ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

### 2.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет)
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	4	7	108	51	34	-	17	57	-	Зачет
Заочная	4	7	108	12	8	-	4	96	-	Зачёт
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 2.2. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость

Вид учебной работы	Трудоемкость, часов	в т.ч. в инновационной форме, час.	Распределение по семестрам, час
			7
Аудиторные занятия (всего)	51	-	51
Лекции (Лк)	34	12	34
Практические занятия (ПЗ)	17	2	17
Самостоятельная работа (СР) (всего)	57	-	57
Подготовка к практическим занятиям	20	-	20
Подготовка к зачету	37	-	37
Вид промежуточной аттестации	Зачет	-	Зачет
Общая трудоемкость дисциплины, час.	108	-	108
зач. ед.	3	-	3

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебной работы

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Виды учебной работы; часы			
		Лекции	Практические занятия	СР*	Всего часов
1.	Задачи оптимизации.	6	2	10	18
2.	Методы одномерной минимизации.	6	4	10	20
3.	Численные методы безусловной минимизации.	6	-	12	18

4.	Многокритериальная оптимизация многопараметрических систем.	8	6	12	26
5.	Примеры использования многокритериальной оптимизации при проектировании уплотнительных устройств.	8	5	13	26
<b>ИТОГО</b>		<b>34</b>	<b>17</b>	<b>57</b>	<b>108</b>

### 3.2. Содержание лекционных занятий

<i>Номер, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Наименование тем (разделов)</i>	<i>Объем в часах</i>	<i>Вид занятия в инновационной форме</i>
1. Задачи оптимизации.	<p>Тема: Задачи оптимизации.            Объект оптимизации. Альтернативные варианты. Основные понятия. Критерии оптимальности. Параметры оптимизации. Ограничения: типа равенства, типа неравенства. Конечномерная задача оптимизации. Целевая функция. Задачи математического программирования. Задачи линейного и нелинейного программирования.            Тема: Задачи оптимального проектирования.            Примеры оптимального проектирования. 1) Выбор размеров емкости (выбор параметров оптимизации, целевая функция, ограничения, формулировка задачи нелинейного программирования). 2) Выпиливание балки прямоугольного сечения из круглого бруса. Задачи оптимального планирования.            Тема: Классы задач оптимизации.  <u>Содержание:</u> Зависимость задачи оптимизации от математической модели объекта оптимизации. Общая задача математического программирования. Допустимое решение. Допустимое множество. Оптимальное решение. Задачи минимизации. Стандартная задача линейного программирования (ЛП). Общая задача ЛП. Основная задача ЛП. Прямые ограничения: двухсторонние, односторонние. Задача квадратичного программирования. Задача дробно-линейного программирования. Задача сепарабельного программирования. Задача геометрического программирования. Общая задача линейного программирования. Задача выпуклого программирования. Задача дискретного программирования.</p>	6	-

<p><b>2. Методы одномерной минимизации.</b></p>	<p>Тема: Методы одномерной минимизации.  Определение одномерной минимизации. Унимодальная функция. Строгоунимодальная функция. Методы прямого поиска. Пассивный и последовательный поиск. Шаг поиска. Интервал неопределенности. Минимаксный метод поиска. Мультимодальная функция. Оптимальный пассивный поиск . процедура исключения отрезка.  Тема: Методы последовательного поиска.  Метод дихотомии. Метод золотого сечения. Метод Фибоначчи. Числа Фибоначчи. Сравнения методов последовательного поиска.  Тема: Методы полиномиальной аппроксимации и с использованием производных.  Методы квадратичной аппроксимации. Определитель Вандермонда. Модификация метода квадратичной аппроксимации.  Метод средней точки. Метод Ньютона. Модификация метода Ньютона. Метод секущих. Сверхлинейная скорость сходимости. Метод кубической аппроксимации.</p>	<p>6</p>	<p>-</p>
<p><b>3. Численные методы безусловной минимизации.</b></p>	<p>Тема: Численные методы безусловной минимизации.  Методы нулевого порядка, или прямого поиска. Методы первого порядка. Методы второго порядка. Релаксационная последовательность. Метод спуска. Параметры точности поиска. Слабая и сильная сходимость. Метод градиентного спуска. Исчерпывающий спуск. Метод дробления шага. Алгоритмы методов первого и второго порядка. Алгоритмы прямого поиска.</p>	<p>6</p>	
<p><b>4. Многокритериальная оптимизация многопараметрических систем.</b></p>	<p><b>Раздел:</b> Систематический поиск в многомерных областях с использованием ЛПт- последовательностей.  <b>Тема:</b> Систематический поиск в многомерных областях с использованием ЛПт- последовательностей.  Поиск в многомерном кубе. Равномерное распределение последовательности точек. Простейший поиск. ЛП - поиск. Поиск в произвольно ограниченной области. Равномерно распределенные последовательности точек в ограниченной области. Метод отбора для равномерно распределенных точек.  <b>Тема:</b> Выбор критериальных ограничений.  Исходные данные. Пространство параметров. Функциональные ограничения. Критерий качества. Диалоговый алгоритм оптимального проектирования. Составление таблиц испытаний. Выбор критериальных ограничений. Выбор пробных точек. Множество допустимых точек. Некоторые особенности алгоритма: функциональные ограничения и псевдокритерии; параметрические ограничения и псевдокритерии; нормированные критерии; о таблицах испытаний.  <b>Тема:</b> Выбор параметров.  Один решающий критерий: выбор весовых коэффициентов; метод локального поиска экстремумов; использование ЛП - поиска. Несколько решающий критериев. Эффективные точки. Множество паретовских точек. Пространство критериев. Приближенно эффективные точки, алгоритм их выделения. Компромиссная кривая. Приближенно компромиссная кривая. Приближенно</p>	<p>8</p>	

	паретовская точка.		
<b>5. Примеры использования многокритериальной оптимизации при проектировании уплотнительных устройств.</b>	Тема: Синтез металлополимерных затворов заданными эксплуатационными показателями. Расчетная схема. Исходные параметры: геометрические параметры клапана и седла; параметры микрогеометрии; параметры механических свойств; параметры привода. Параметрические ограничения. Функциональные требования: обеспечения геометрии; заданное время срабатывания; насыщения магнитопровода; долговечность. Критерий качества: повреждаемость; минимум массы конструкции; минимальная стоимость. Синтез затворов с уплотнением «металл-металл». Исходные данные на проектирование. Постановка задачи проектирования. Основные схемы затворов плоского и конусного типа. Силовые соотношения. Общее решение контактной задачи. Формирование пространства исходных параметров. Условие обеспечения заданной геометрии, статической прочности, долговечности, заедания, ограничения пути трения. Критерии качества.	8	
<b>ИТОГО</b>		<b>34</b>	-

### 3.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

### 3.4. Практические занятия, семинары

<i>№ n/n</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем в часах</i>	<i>Вид занятия в инновацион ной форме</i>
1	<b>1.</b>	Решение задач оптимизации.	2	-
2	<b>2.</b>	Применение методов одномерной минимизации.	4	-
3	<b>4.</b>	Примеры использования ЛП – последовательностей для равномерного зондирования пространства исходных параметров.	6	-
4	<b>5.</b>	Проектирование затворов трубопроводной арматуры.	5	-
<b>ИТОГО</b>			<b>17</b>	-

### 3.5. Контрольные мероприятия:

Учебным планом не предусмотрено.

**4. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>						<i>Σ комп.</i>	<i>t<sub>ср</sub>, час</i>	<i>Вид учебной работы</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<i>ОПК</i>				<i>ПК</i>					
			<i>1</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>3</i>	<i>5</i>				
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Задачи оптимизации.		18	+	+	+	+	+	+	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>ЛК, СР, ПЗ</b>	<b>ЗАЧЕТ</b>
2. Методы одномерной минимизации.		20	+	+	+	+	+	<b>6</b>	<b>3,33</b>	<b>ЛК, СР, ПЗ</b>		
3. Численные методы безусловной минимизации.		18	+	+	+	+	+	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>ЛК, СР</b>		
4. Многокритериальная оптимизация многопараметрических систем.		26	+	+	+	+	+	<b>6</b>	<b>4,33</b>	<b>ЛК, СР, ПЗ</b>		
5. Примеры использования многокритериальной оптимизации при проектировании уплотнительных устройств.		26	+	+	+	+	+	<b>6</b>	<b>4,33</b>	<b>ЛК, СР, ПЗ</b>		
		<b>108</b>							<b>6</b>	<b>18</b>		

## 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Огар П.М. Контактные задачи в герметологии неподвижных соединений / П.М. Огар, Д.Б. Горохов, А.С. Кожевников. Братск: Изд-во БрГУ, 2017. 242 с.

2. Долотов А.М. Основы теории проектирования уплотнений гидропневмовакуумных систем / А.М. Долотов, С.П. Ереско, П.М. Огар. Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т., 2013. 308 с.

3. Долотов А.М. Основы теории и проектирование уплотнений пневмогидроарматуры летательных аппаратов / А.М. Долотов, П.М. Огар, Д.Е. Чегодаев. М.: Изд-во МАИ, 2000. 296 с.

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№</i> <i>(сквозная нумерация)</i>	<i>Наименование издания</i> <i>(автор, заглавие, выходные данные)</i>	<i>Вид занятия</i> <i>(Лк, ЛР, ПЗ, СР...)</i>	<i>Кол-во экземпляров в библиотеке, шт.</i>	<i>Обеспеченность</i> <i>(экземпляр на 1 обучающегося)</i>
1	2	3	4	5
<b>Основная литература</b>				
1.	Огар П.М. Проектирование затворов специальной трубопроводной арматуры / Огар П.М, Тарасов В.А. Братск: Изд-во БрГУ, 2014. 191 с.	Лк, ПЗ, СР	46	1
2.	Чернилевский, Д. В. Детали машин и основы конструирования : учебник для вузов / Д.В. Чернилевский. - М. : Машиностроение, 2006. - 656 с.	Лк, ПЗ, СР	20	1
3.	Детали машин и основы конструирования: учебник для вузов / Г. И. Рошин, Е. А. Самойлов, Н. А. Алексеева. - М. : Дрофа, 2006. - 415 с. - (Высшее образование).	Лк, ПЗ, СР	20	1
<b>Дополнительная литература</b>				
4.	Леликов, О. П. Основы расчета и проектирования деталей и узлов машин: конспект лекций по курсу "Детали машин" / О.П. Леликов. - 2-е изд., испр. - М.: Машиностроение, 2004. - 440 с.	Лк, ПЗ, СР	15	1
5.	Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. Примеры решения задач : учебно-методический комплекс / В. В. Шелофаст, Т. Б. Чугунова. - М. : АПМ, 2004. - 240 с.	Лк, ПЗ, СР	71	1
6.	Учаев П.Н. Оптимизация инженерных решений в примерах и задачах : учебное пособие / П. Н. Учаев, С. А. Чевычелов, С. П. Учаева. - Старый Оскол : ТНТ, 2013. - 176 с.	Лк, ПЗ, СР	5	1
7.	Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Конченнова Н.В. Вычислительные методы для инженеров / А.А.Амосов, Ю.А Дубинский, Н.В. Конченнова. М.: МЭИ, 2003. – 596 с.	Лк, ПЗ, СР	10	1

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ

[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=)

2. Электронная библиотека БрГУ  
<http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»  
<http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»  
<http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
<http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)  
<https://uisrussia.msu.ru/> .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ  
<http://xn--90ax2c.xn--plai/how-to-search/> .
9. Информационный центр «Библиотека имени К. Д. Ушинского» РАО. – URL:  
<http://www.gnpbu.ru>.
10. Научная библиотека Российской академии народного хозяйства и государственной службы при президенте Российской Федерации. – URL: <https://lib.ranepa.ru/ru>
11. Электронная гуманитарная библиотека МГУ. – URL: <http://gumfak.ru>.
12. Научная библиотека МГУ им. Ломоносова. – URL: <http://nbgmu.ru>.
13. Электронный журнал «Психолого-педагогические исследования». – URL:  
<http://psyedu.ru>.
14. Институт научной информации по общественным наукам (ИНИОН) РАН. – URL:  
<http://inion.ru>
15. Российский государственный гуманитарный университет, научная библиотека. – URL: <https://liber.rsuh.ru>.
16. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>.

## **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Приступая к изучению новой учебной дисциплины, обучающиеся должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке ФГБОУ ВО «БрГУ», получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия.

Практическое занятие ограничено связано с другими формами организации учебно-воспитательного процесса, включая, прежде всего, самостоятельную работу аспирантов. На практические занятия выносятся узловые темы курса, усвоение которых определяет качество профессиональной подготовки аспирантов.

Особенностью практического занятия является возможность равноправного и активного участия каждого аспиранта в обсуждении рассматриваемых вопросов.

В ходе подготовки к практическим занятиям изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.

В ходе практических занятий принимать активное участие в обсуждении учебных вопросов: выступать с докладами, рефератами, обзорами научных статей, отдельных публикаций периодической печати, касающихся содержания темы практического занятия. В ходе своего выступления использовать технические средства обучения.

С целью более глубокого усвоения изучаемого материала задавать вопросы преподавателю. После подведения итогов практического занятия устранить недостатки, отмеченные преподавателем.

При подготовке к зачету повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, вынесенных на зачет и содержащихся в данной программе. Использовать литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется обучающимся по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы являются:

- *для овладения знаниями*: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др.

- *для закрепления и систематизации знаний*: работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др), подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), подготовка реферата, составление библиографии и др.

- *для формирования умений*: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, опытно экспериментальная работа, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу аспирантов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. ОС Windows 7 Professional;
2. Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
3. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security;
4. Ай-Логос Система дистанционного обучения;
5. Программное обеспечение для мультимедиа-лингфонного комплекта RINEL-LINGO, позволяющего реализовать функциональные возможности мультимедийного компьютерного класса;
6. ПО "Антиплагиат".

## **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ПЗ</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Лк	Лекционная аудитория (мультимедийный класс)	Интерактивная доска «SMART» Интерактивный планшет Wacom RL-2200	

		Системный блок РЧ-351, учебная мебель	
ПЗ	Научно-исследовательская лаборатория	Системный блок ATHLONx2 7550/GeForce, Терминал LCP 19 Samsung E1920NR, Персол. Компьютер iRU-corp i5- 3470 Монитор Samsung 21.5 S22B350BRed-BlackF, Планшетный ПК Accer Iconia Tab A501 10", МФУ canon LaserBase MF-3228 принтер/копир/сканер, Графическая станция IPU Corp 17-4930K (Монитор LG 23)	№1-№4
СР	Читальный зал № 1	Учебная мебель Оборудование 10-ПК i5- 2500/Н67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

**АННОТАЦИЯ  
рабочей программы дисциплины  
ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИН**

**1. Цель и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является: углубленная подготовка аспирантов и соискателей по научной специальности 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин с фундаментальными знаниями методов математического программирования, многокритериальной оптимизации и навыков их практического применения для оптимального проектирования машин с целью улучшения их показателей.

Задачей изучения дисциплины является:

При проектировании технических устройств различного назначения часть параметров можно изменять в определенных пределах, что приводит к появлению множества вариантов создаваемого устройства. В результате возникает проблема выбора из этого множества альтернатив наилучшей альтернативы с точки зрения критерия (критериев) оптимальности. Соответствующие такому выбору задачи оптимизации называют задачами оптимального проектирования. Поэтому, при подготовке аспирантов и соискателей по научной специальности 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин ставятся задачи изучения основ методов оптимизации:

- математического программирования;
- линейного программирования;
- квадратичного программирования;
- дробно-линейного программирования;
- методов одномерной минимизации;
- численных методов безусловной минимизации;
- многокритериальной оптимизации.

**2. Структура дисциплины**

2.1 Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Задачи оптимизации.
- 2 - Методы одномерной минимизации.
- 3 - Численные методы безусловной минимизации.
- 4 - Многокритериальная оптимизация многопараметрических систем.
- 5 - Примеры использования многокритериальной оптимизации при проектировании уплотнительных устройств.

**3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства - ОПК-1;

- способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники - ОПК-2;

- способностью проявлять инициативу в области научных исследований, в том числе в ситуациях технического и экономического риска, с осознанием меры ответственности за принимаемые решения - ОПК-4;
- способность планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов - ОПК-5;
- способность разрабатывать варианты решения научной проблемы, находить решения в условиях многокритериальной постановки - ПК-3
- способностью определять методы повышения долговечности деталей и узлов машин - ПК-5.

4. Вид промежуточной аттестации: зачет.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2 К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

### ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-1	способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства	1. Задачи оптимизации.	Задачи оптимизации. Задачи оптимального проектирования. Классы задач оптимизации.	Вопросы к зачету № 1, 4
		2. Методы одномерной минимизации.	Методы одномерной минимизации. Методы последовательного поиска. Методы полиномиальной аппроксимации и с использованием производных.	Вопросы к зачету № 2, 5
ОПК-2	способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	3. Численные методы безусловной минимизации.	Численные методы безусловной минимизации.	Вопрос к зачету № 6
ОПК-4		4. Многокритериальная оптимизация многопараметрических систем.	Систематический поиск в многомерных областях с использованием ЛПТ-последовательностей. Выбор критериальных ограничений.	Вопросы к зачету № 3,7,8,9,10,11
	способность проявлять инициативу в области научных исследований, в том числе в ситуациях технического и экономического риска, с осознанием меры			

ОПК-5	ответственности за принимаемые решения способность планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов	5. Примеры использования многокритериальной оптимизации при проектировании и уплотнительных устройств.	Синтез металлополимерных затворов заданными эксплуатационными показателями. Синтез затворов с уплотнением «металл-металл».	Вопросы к зачету № 12, 13, 14
ПК-3	способность разрабатывать варианты решения научной проблемы, находить решения в условиях многокритериальной постановки			
ПК-5	способность определять методы повышения долговечности деталей и узлов машин			

## 2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине «Оптимальное проектирование машин» проводится в форме зачета.

	Компетенции (согласно п.1.4)		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела (согласно п.3.1)
	Код	Определение		
1			3	
1.	ОПК-1	способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства	1. Критерии оптимальности	Задачи оптимизации.
			2. Определение одномерной оптимизации	Методы одномерной минимизации.
			3. Суть метода исследования пространства параметров	Многокритериальная оптимизация многопараметрических систем.
			4. Выбор размеров емкости	Задачи оптимизации.
	ОПК-2	способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании,	5. Использование метода золотого сечения	Методы одномерной минимизации.
			6. Алгоритмы методов первого и второго порядков	Численные методы безусловной минимизации.
			7. Систематический поиск в многомерных системах с использованием ЛПт – последовательностей	Многокритериальная оптимизация многопараметрических систем.

	ОПК-4	изготовлении и эксплуатации новой техники способность проявлять инициативу в области научных исследований, в том числе в ситуациях технического и экономического риска, с осознанием меры ответственности за принимаемые решения	8. Пространство исходных параметров. 9. Функциональные ограничения. 10. Критерии качества. 11. Множество паретовских точек.	Многокритериальная оптимизация многопараметрических систем.
	ОПК-5	способность планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов	12. Один решающий критерий – выбор весовых коэффициентов.	Примеры использования многокритериальной оптимизации при проектировании уплотнительных устройств.
	ПК-3	способность разрабатывать варианты решения научной проблемы, находить решения в условиях многокритериальной постановки	13. Синтез металлополимерных затворов с заданными эксплуатационными показателями. 14. Синтез затворов с уплотнением «металл-металл»	Примеры использования многокритериальной оптимизации при проектировании уплотнительных устройств.
	ПК-5	способность определять методы повышения долговечности деталей и узлов машин		

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать :</b>  <b>ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-3, ПК-5</b>  - основные методы научно-исследовательской деятельности, используемые в машиностроении;  - современные методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера;  -возможные последствия принятого инициативного решения в области научных исследований и осознавать ответственность перед собой и обществом.  - планирование, постановку и проведение экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов;  - научные проблемы;  - фундаментальные основы долговечности и надежности отдельных узлов и деталей машины.</p> <p><b>Уметь:</b>  <b>ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-3, ПК-5</b>  -использовать имеющиеся знания для</p>	<p><b>зачтено</b></p>	<p>«зачтено» выставляется обучающимся, обнаружившим всестороннее знание теоретических основ дисциплины, в частности проведения исследований в области проектирования машин.</p>

<p>интерпретации и оценки новых решений в области построения и моделирования машин, приводов; оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства.</p> <p>-использовать современные методы исследования при решении задач конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники;</p> <p>-осуществлять оценку технических и экономических рисков при решении конструкторско-технологических задач в области машиностроения.</p> <p>- осуществлять планирование, постановку и проведение экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов;</p> <p>- разрабатывать варианты решения научной проблемы, анализировать эти проблемы, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности;</p> <p>- определять факторы, влияющие на долговечность надежности отдельных узлов и деталей машин.</p> <p><b>Владеть:</b>  <b>ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-3, ПК-5</b></p> <p>- Навыками оценки новых решений в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования.</p> <p>- методами анализа и оценки новизны, актуальности, достоверности и представления получаемых результатов.</p> <p>-навыками реализации конструкторско-технологических задач и внедрения перспективных технологий.</p> <p>- планированием, постановкой и проведением экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов.</p> <p>- анализом научных проблем, нахождением компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности;</p> <p>- методами повышения долговечности деталей машины на всех этапах ее создания и эксплуатации.</p>	<p><b>не зачтено</b></p>	<p><b>«Не зачтено»</b> выставляется обучающимся, допустившим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, а также в незнании основных методов научных исследований в области проектирования машин.</p>
---	------------------------------	--

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности**

Фонд оценочных средств по дисциплине «Оптимальное проектирование машин» находится на выпускающей кафедре машиноведения, механики и инженерной графики.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3  
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ**

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 2020 – 2021 учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

Дополнений нет

---

---

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Изменений нет

---

---

Рабочая программа соответствует учебному плану очной формы обучения от 03 марта 2020г. №118,  
и заочной формы обучения от 03 марта 2020г. №118

---

---

*Протокол заседания кафедры № 1 от «07» сентября 2020 г.,*

И.о. заведующего кафедрой \_\_\_\_\_



Фрейберг С.А.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 4  
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ**

**Содержание дисциплины для заочной формы обучения**

**2.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения**

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет)
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Семинары Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Заочная	4	7	108	12	8	-	4	96	-	Зачёт

**2.2. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость**

Вид учебной работы	Трудоемкость, часов	в т.ч. в инновационной форме, час.	Распределение по семестрам, час
			7
Аудиторные занятия (всего)	12	-	12
Лекции (Лк)	8	-	8
Практические занятия (ПЗ)	4	-	4
Самостоятельная работа (СР) (всего)	96	-	96
Подготовка к практическим занятиям	40	-	40
Подготовка к зачету	56	-	56
Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Зачет	-	Зачет
Общая трудоемкость дисциплины, час.	108	-	108
зач. ед.	3	-	3

**3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**3.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебной работы**

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Виды учебной работы; часы			Всего часов
		Лекции	Практические занятия	СР*	
1.	Задачи оптимизации.	1	-	10	11
2.	Методы одномерной минимизации.	1	-	20	21
3.	Численные методы безусловной минимизации.	2	-	20	22

4.	Многокритериальная оптимизация многопараметрических систем.	2	2	26	30
5.	Примеры использования многокритериальной оптимизации при проектировании уплотнительных устройств.	2	2	20	24
<b>ИТОГО</b>		<b>8</b>	<b>4</b>	<b>96</b>	<b>108</b>

### 3.2. Содержание лекционных занятий

<i>Номер, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Наименование тем (разделов)</i>	<i>Объем в часах</i>	<i>Вид занятия в инновационной форме</i>
1. Задачи оптимизации.	Тема: Задачи оптимизации. Тема: Классы задач оптимизации.	1	-
2. Методы одномерной минимизации.	Тема: Методы одномерной минимизации. Тема: Методы последовательного поиска. Тема: Методы полиномиальной аппроксимации и с использованием производных.	1	-
3. Численные методы безусловной минимизации.	Тема: Численные методы безусловной минимизации.	2	
4. Многокритериальная оптимизация многопараметрических систем.	<u>Раздел:</u> Систематический поиск в многомерных областях с использованием ЛПТ-последовательностей. Тема: Систематический поиск в многомерных областях с использованием ЛПТ-последовательностей. Тема: Выбор критериальных ограничений. Тема: Выбор параметров.	2	
5. Примеры использования многокритериальной оптимизации при проектировании уплотнительных устройств.	Тема: Синтез металлополимерных затворов заданными эксплуатационными показателями.	2	
<b>ИТОГО</b>		<b>8</b>	<b>-</b>

### 3.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

### 3.4. Практические занятия, семинары

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем в часах</i>	<i>Вид занятия в инновацион ной форме</i>
1	1.	Решение задач оптимизации.	1	-
2	2.	Применение методов одномерной минимизации.	1	-
3	4.	Примеры использования ЛП – последовательностей для равномерного зондирования пространства исходных параметров.	1	-
4	5.	Проектирование затворов трубопроводной арматуры.	1	-
<b>ИТОГО</b>			4	-

### 3.5. Контрольные мероприятия:

Учебным планом не предусмотрено.

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.06.01 - Машиностроение от «30» июля 2014г. №881

для набора 2015 года учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от от «03»декабря 2018 г. №687.

для набора 2016 года учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от от «03»декабря 2018 г. №687.

**Программу составил:**

Огар П.М., д.т.н., профессор



---

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ММиИГ от «14»декабря 2018 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой ММиИГ

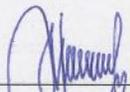


---

Л.П. Григоревская

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник  
Управления аспирантуры и докторантуры



---

Е.В. Нестер

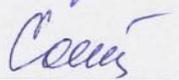
Руководитель направления подготовки



---

П.М. Огар

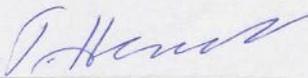
Директор библиотеки



---

Т.Ф. Сотник

Начальник  
учебно-методического управления



---

Г.П. Нежевец

Регистрационный № 186