

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра информатики и прикладной математики**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И. Луковникова

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОСНОВЫ ВАРИАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ**

**Б1.В.ДВ.07.02**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**09.03.02 Информационные системы и технологии**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Информационные системы и технологии**

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>4</b>
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....	4
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....	7
4.3 Лабораторные работы.....	8
4.4 Практические занятия.....	8
4.5 Контрольные мероприятия: курсовая работа.....	8
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>9</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>10</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>10</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>10</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>11</b>
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических занятий .....	12
9.2. Методические указания по выполнению курсовой работы .....	15
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>16</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>16</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>17</b>
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	<b>20</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	<b>21</b>

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к научно - исследовательскому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель дисциплины

Приобретение знаний в области вариационного исчисления; приобретение практических навыков построения, анализа математических моделей, в которых необходимо найти экстремум некоторой функции или функционала и решения соответствующих экстремальных задач.

## Задачи дисциплины

- приобретение студентами знаний в области вариационного исчисления;
- приобретение практических навыков построения математических моделей;
- приобретение практических навыков анализа математических моделей.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-24	способность обосновывать правильность выбранной модели, сопоставляя результаты экспериментальных данных и полученных решений	<b>знать:</b> – основы математического моделирования, способы оценки моделей; <b>уметь:</b> – обосновывать правильность выбранной модели, сопоставляя результаты экспериментальных данных и полученных решений; <b>владеть:</b> – навыками обосновывать правильность выбранной модели, сопоставляя результаты экспериментальных данных и полученных решений.
ПК-25	способность использовать математические методы обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований	<b>знать:</b> – методы обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований; <b>уметь:</b> – использовать математические методы обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований; <b>владеть:</b> – навыками использования математических методов обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.07.02 «Основы вариационного исчисления» относится к элективной части.

Дисциплина «Основы вариационного исчисления» базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин общеобразовательных программ.

Дисциплина «Основы вариационного исчисления» представляет основу для изучения дисциплины «Системы научно-технических расчетов», «Системы компьютерной алгебры».

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Семинары	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	2	4	144	54	18	–	36	54	КР	экзамен
Заочная	3	–	144	12	4	–	8	123	КР	экзамен
Заочная (ускоренное обучение)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Очно-заочная	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			4
1	2	3	4
<b>I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	54	6	54
Лекции (Лк)	18	2	18
Практические занятия (ПЗ)	36	4	36
Курсовая работа	+	–	+
Групповые консультации	+	–	+
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	54	–	54
Подготовка к практическим занятиям	18	–	18
Выполнение курсовой работы	18	–	18
Подготовка к экзамену в течение семестра	18	–	18
<b>III. Промежуточная аттестация экзамен</b>	36	–	36
Общая трудоемкость дисциплины час.	144	–	144
зач. ед.	4	–	4

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся
			лекции	практические занятия	
1	2	3	4	5	6
<b>1.</b>	<b>Функционалы и их свойства</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	–	<b>12</b>
1.1.	Основные положения вариационного исчисления	14	2	–	12
<b>2.</b>	<b>Задачи вариационного исчисления</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>14</b>
2.1.	Простейшая задача вариационного исчисления	15	2	6	7
2.2.	Уравнение Эйлера	15	2	6	7
<b>3.</b>	<b>Задачи вариационного исчисления на условный экстремум</b>	<b>32</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>14</b>
3.1.	Изопериметрическая задача	16	3	6	7
3.2.	Задача Лагранжа	16	3	6	7
<b>4.</b>	<b>Задача оптимального управления</b>	<b>32</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>14</b>
4.1.	Метод динамического программирования	16	3	6	7
4.2.	Принцип максимума Понтрягина	16	3	6	7
	<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>54</b>

- для заочной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся
			лекции	практические занятия	
1	2	3	4	5	6
<b>1.</b>	<b>Функционалы и их свойства</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	–	<b>15</b>
1.1.	Основные положения вариационного исчисления	16	1	–	15
<b>2.</b>	<b>Задачи вариационного исчисления</b>	<b>39</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>36</b>
2.1.	Простейшая задача вариационного исчисления	19,5	0,5	1	18
2.2.	Уравнение Эйлера	19,5	0,5	1	18
<b>3.</b>	<b>Задачи вариационного исчисления на условный экстремум</b>	<b>39</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>36</b>
3.1.	Изопериметрическая задача	19,5	0,5	1,5	18
3.2.	Задача Лагранжа	19,5	0,5	1,5	18
<b>4.</b>	<b>Задача оптимального управления</b>	<b>39</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>36</b>

4.1	Метод динамического программирования	19,5	0,5	1,5	18
4.2	Принцип максимума Понтрягина	19,5	0,5	1,5	18
	<b>ИТОГО</b>	<b>135</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>123</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

<i>№ раздела и темы</i>	<i>Наименование раздела и темы дисциплины</i>	<i>Содержание лекционных занятий</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<b>1.</b>	<b>Функционалы и их свойства</b>		–
1.1.	Основные положения вариационного исчисления	<b>Основные положения вариационного исчисления:</b> Определение функционала. Примеры функционалов. Определение функционального пространства. Линейное пространство: свойства. Нормированное линейное пространство. Примеры функциональных пространств. Непрерывность функционала. Сильный и слабый экстремум. Вариация функционала.	Лекция-дискуссия, (2 час.)
<b>2.</b>	<b>Задачи вариационного исчисления</b>		–
2.1.	Простейшая задача вариационного исчисления	<b>Простейшая задача вариационного исчисления:</b> Формулировка простейшей задачи. Лемма Лагранжа. Условия слабого экстремума для функционала заданного вида. Вариация функционала заданного вида.	–
2.2	Уравнение Эйлера	<b>Уравнение Эйлера:</b> Формулировка теоремы (уравнение Эйлера). Определение экстремали. Частные случаи уравнение Эйлера: подинтегральная функция не зависит от функции; подинтегральная функция не зависит от аргумента; подинтегральная функция не зависит от производной функции.	–
<b>3.</b>	<b>Задачи вариационного исчисления на условный экстремум</b>		–
3.1	Изопериметрическая задача	<b>Изопериметрическая задача:</b> Простейшая изопериметрическая задача. Прямые обобщения: несколько условий; свободные концы; несколько функции.	–
3.2	Задача Лагранжа	<b>Задача Лагранжа:</b> Простейший случай. Теорема (метод Лагранжа). Задача о геодезических кривых. Уравнение Эйлера. Общий случай.	–
<b>4.</b>	<b>Задача оптимального управления</b>		–
4.1	Метод динамического программирования	<b>Метод динамического программирования:</b> Формулировка задачи оптимального управления. Функция Беллмана. Принцип оптимальности Беллмана. Уравнение Беллмана в дифференциальной форме. Дискретная задача. Задача распределения ресурсов.	–

4.2	Принцип максимума Понтрягина	<b>Принцип максимума Понтрягина:</b> Формулировка задачи оптимального управления. Критерий качества. Кусочно-непрерывное управление. Задача с фиксированным временем управления. Задача с нефиксированным моментом начала или окончания управления.	–
-----	------------------------------	---	---

### 4.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрены.

### 4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем семинаров / практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1.	2.	Задачи безусловной оптимизации	6	Тренинги в малой группе (4 часа)
2.	2.	Градиентный метод	6	–
3.	3.	Выпуклые множества и функции	6	–
4.	3.	Задачи условной оптимизации	6	–
5.	4.	Задача линейного программирования	12	–
<b>ИТОГО</b>			<b>36</b>	<b>4</b>

### 4.5. Контрольные мероприятия: курсовая работа

Тема. Решение вариационной задачи

Цель работы. Закрепление практических навыков решения задачи о брахистохроне.

Содержание. Постановка задачи о брахистохроне. Решение задачи о брахистохроне.

Анализ полученного решения.

Структура, объём. Курсовая работа выполняется на листах формата А4, объём 15-20 страниц.

Выдача задания на выполнение курсовой работы и прием выполненных работ производится в соответствии с календарным учебным графиком.

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценки курсовой работы</b>
отлично	Демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены.
хорошо	Демонстрирует значительное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены.
удовлетворительно	Демонстрирует частичное понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
неудовлетворительно	Демонстрирует небольшое понимание проблемы. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены.



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

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		$\Sigma$ <i>комп.</i>	<i>t<sub>ср</sub>, час</i>	<i>Вид учебной работы</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ПК</i>					
		<i>24</i>	<i>25</i>				
<b>1.</b> Функционалы и их свойства	14	+	–	1	14	Лекция, СРС	экзамен
<b>2.</b> Задачи вариационного исчисления	30	+	–	1	30	Лекция, ПЗ, СРС	экзамен, КР
<b>3.</b> Задачи вариационного исчисления на условный экстремум	32	–	+	1	32	Лекция, ПЗ, СРС	экзамен, КР
<b>4.</b> Задача оптимального управления	32	–	+	1	32	Лекция, ПЗ, СРС	экзамен
<i>всего часов</i>	<b>108</b>	<b>44</b>	<b>64</b>	<b>2</b>	<b>34</b>		

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

1. Федунец, Н.И. Методы оптимизации : учебное пособие / Н.И. Федунец, Ю.Г. Черников. - Москва : Горная книга, 2009. - 376 с. - ISBN 978-5-7418-0557-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229023>.

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

№	Наименование издания	Вид занятия (Лк, ПЗ, КР)	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./чел.)
1	2	3	4	5
<b>Основная литература</b>				
1.	Тракимус, Ю.В. Основы вариационного исчисления в примерах и задачах : учебное пособие / Ю.В. Тракимус. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 72 с. - ISBN 978-5-7782-1671-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228989">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228989</a> .	Лк, ПЗ, КР	ЭР	1
2.	Авербух, Ю.В. Простейшие задачи вариационного исчисления : учебно-методическое пособие / Ю.В. Авербух, Т.И. Серезникова ; Мин. обр. РФ, УрФУ. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 42 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7996-1250-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=275720">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=275720</a> .	Лк, ПЗ, КР	ЭР	1
<b>Дополнительная литература</b>				
3.	Краснов, М.Л. Вариационное исчисление: задачи и упражнения / М.Л. Краснов, Г.И. Макаренко, А.И. Киселев. - Москва : Наука, 1973. - 191 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=455168">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=455168</a> .	Лк, ПЗ, КР	ЭР	1
4.	Гельфанд, И.М. Вариационное исчисление / И.М. Гельфанд, С.В. Фомин. - Москва : б.и., 1961. - 226 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=455166">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=455166</a> .	Лк, ПЗ, КР	ЭР	1

## 8. 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. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>.

5. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.ru» <http://elibrary.ru/>.

6. Федеральная университетская компьютерная сеть России <http://www.runnet.ru/>.

7. Каталог учебников, оборудования, электронных ресурсов <http://ndce.edu.ru/>.

8. Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА» <http://cyberleninka.ru/>.

9. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) <http://uisrussia.msu.ru/>

10. Национальный Открытый университет – Интуит (Интернет-университет информационных технологий) <https://www.intuit.ru/>

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности обучающихся
1	2
Лекции	Написание конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, обобщение, систематизация, углубление и конкретизация полученных теоретических знаний, выработка способности и готовности их использования на практике. Развитие интеллектуальных умений, подготовка ответов к контрольным вопросам, работа с основной и дополнительной литературой, необходимой для освоения дисциплины, выполнение заданий, решение задач, активное участие в интерактивной, активной, инновационной формах обучения, составление письменных отчетов.
Курсовая работа	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления.
Самостоятельная работа обучающихся	<i>Подготовка к практическим занятиям.</i> Проработка основной и дополнительной литературы, терминов, сведений, формул требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в разделе. Конспектирование прочитанных литературных источников. Проработка материалов по изучаемому вопросу, с использованием на рекомендуемых ресурсах информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Выполнение заданий преподавателя, необходимых для подготовки к участию в интерактивной, активной, инновационных формах обучения по изучаемой теме. <i>Подготовка к экзамену.</i> При подготовке к экзамену

	необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, использовать рекомендуемые ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
--	--

## 9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических занятий

### Практическое занятие № 1 Задачи безусловной оптимизации

Цель работы: Ознакомиться с постановкой и методами решения задачи безусловной оптимизации.

Задание:

1. Одномерная задача оптимизации.
2. Теорема Вейерштрасса.
3. Методы поиска.
4. Метод золотого сечения.

Порядок выполнения: выполнить задания.

Форма отчетности:

Отчет по выполнению практической работы с титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания.

Задания для самостоятельной работы:

1. Изучить постановку задачи безусловной оптимизации.
2. Ознакомиться со способами решения задач безусловной оптимизации.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе

При подготовке и выполнении практической работы рекомендуется использовать материал лекций соответствующих разделов и литературу, предложенную для изучения данной дисциплины.

Рекомендуемые источники

1. Википедия // Электронный ресурс [Режим доступа: свободный] <http://ru.wikipedia.org/>

Основная литература

Источники 1-2, указанные в разделе 7.

Дополнительная литература

Источники 3-4, указанные в разделе 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Дайте определение и доказательство теоремы Вейерштрасса?
2. Сформулируйте необходимые и достаточные условия экстремума.
3. Приведите общую характеристику методов поиска?

### Практическое занятие № 2 Градиентный метод

Цель работы: Ознакомиться с градиентным методом.

Задание:

1. Определение градиента.
2. Определение величины шага.
3. Способы аппроксимации градиента.
4. Скорость сходимости градиентного метода.

Порядок выполнения: выполнить задания.

Форма отчетности:

Отчет по выполнению практической работы с титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания.

#### Задания для самостоятельной работы:

1. Повторить таблицу частных производных.
2. Ознакомиться с модификациями градиентного метода.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе

При подготовке и выполнении практической работы рекомендуется использовать материал лекций соответствующих разделов и литературу, предложенную для изучения данной дисциплины.

#### Рекомендуемые источники

1. Википедия // Электронный ресурс [Режим доступа: свободный] <http://ru.wikipedia.org/>

#### Основная литература

Источники 1-2, указанные в разделе 7.

#### Дополнительная литература

Источники 3-4, указанные в разделе 7.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое критерий градиент?
2. Как определяется величина шага?
3. С какой целью модифицируют градиентный метод?

### **Практическое занятие № 3 Выпуклые множества и функции**

Цель работы: Ознакомиться с выпуклыми множествами и функциями.

#### Задание:

1. Определение выпуклого множества.
2. Пересечение выпуклых множеств.
3. Выпуклые и вогнутые функции.
4. Пересечение выпуклых и вогнутых функций.

Порядок выполнения: выполнить задания.

#### Форма отчетности:

Отчет по выполнению практической работы с титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания.

#### Задания для самостоятельной работы:

1. Повторить теорему Вейерштрасса.
2. Ознакомиться с определением выпуклого множества.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе

При подготовке и выполнении практической работы рекомендуется использовать материал лекций соответствующих разделов и литературу, предложенную для изучения данной дисциплины.

#### Рекомендуемые источники

1. Википедия // Электронный ресурс [Режим доступа: свободный] <http://ru.wikipedia.org/>

#### Основная литература

Источники 1-2, указанные в разделе 7.

#### Дополнительная литература

Источники 3-4, указанные в разделе 7.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое гиперплоскость?
2. Что такое строго выпуклая функция?
3. Что такое замкнутое множество?

## **Практическое занятие № 4 Задачи условной оптимизации**

Цель работы: Ознакомиться с постановкой и методами решения задачи условной оптимизации.

Задание:

1. Постановка задачи условной оптимизации.
2. Функция Лагранжа.
3. Необходимые и достаточные условия экстремума.
4. Метод штрафов.

Порядок выполнения: выполнить задания.

Форма отчетности:

Отчет по выполнению практической работы с титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания.

Задания для самостоятельной работы:

1. Изучить способы задания ограничений.
2. Ознакомиться с классификацией задач условной оптимизации.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе

При подготовке и выполнении практической работы рекомендуется использовать материал лекций соответствующих разделов и литературу, предложенную для изучения данной дисциплины.

Рекомендуемые источники

1. Википедия // Электронный ресурс [Режим доступа: свободный] <http://ru.wikipedia.org/>

Основная литература

Источники 1-2, указанные в разделе 7.

Дополнительная литература

Источники 3-4, указанные в разделе 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каким образом задаются ограничения?
2. Какие ограничения существуют у метода Лагранжа?
3. Какие ограничения существуют у метода штрафов?

## **Практическое занятие № 5 Задача линейного программирования**

Цель работы: Ознакомиться с постановкой и способами решения задачи линейного программирования.

Задание:

1. Постановка задачи линейного программирования.
2. Базисные и свободные переменные.
3. Графический способ решения задачи линейного программирования.
4. Симплекс метод.
5. Двойственная задача линейного программирования.

Порядок выполнения: выполнить задания.

Форма отчетности:

Отчет по выполнению практической работы с титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания.

Задания для самостоятельной работы:

1. Изучить симплекс метод.
2. Ознакомиться со способом определения начального базисного решения.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе

При подготовке и выполнении практической работы рекомендуется использовать материал лекций соответствующих разделов и литературу, предложенную для изучения данной дисциплины.

#### Рекомендуемые источники

1. Википедия // Электронный ресурс [Режим доступа: свободный] <http://ru.wikipedia.org/>

#### Основная литература

Источники 1-2, указанные в разделе 7.

#### Дополнительная литература

Источники 3-4, указанные в разделе 7.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое допустимое базисное решение?
2. Что является признаком оптимального решения?
3. В каком случае задача линейного программирования не имеет решения?

### **9.2. Методические указания по выполнению курсовой работы**

При выполнении курсовой работы обучающийся должен:

- совершенствовать теоретические знания по дисциплине «Основы вариационного исчисления»
- продемонстрировать способность обобщать, систематизировать и анализировать информацию, необходимую для проведения исследования и решения поставленных задач;
- совершенствовать навыки работы с учебной, научной, справочной и правовой литературой.

Пояснительная записка к должна содержать следующие структурные элементы:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- основные разделы работы;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

В элементе «Содержание» указываются все разделы пояснительной записки с указанием страниц.

**Во введении** к курсовой работе необходимо осветить следующие вопросы: актуальность темы исследования, современное состояние проблемы, цели и задачи выполнения контрольной работы, предмет и объект исследования.

**Основная часть** курсовой работы должна содержать краткое изложение особенностей решения поставленной задачи. В практическом разделе требуется выполнить практические задания, соответствующие варианту контрольной работы.

**В заключении** излагаются основные результаты проведенного исследования, оценивается успешность решения поставленных задач и степень достижения цели выполнения контрольной работы.

**Список использованных источников** должен включать в себя перечень законодательных и нормативных правовых актов, литературных и других источников, действительно использованных при выполнении курсовой работы, и состоять не менее чем из 10 позиций.

Важнейшим требованием, предъявляемым к курсовой работе, является самостоятельный характер ее выполнения. Оформление пояснительной записки курсовой работы должно осуществляться в строгом соответствии со стандартом ФГБОУ ВО «БрГУ» «Оформление пояснительной записки учебной работы» СМК СТП 1.4-01-2005.

Пояснительная записка должна быть выполнена аккуратно, без исправлений.

#### **Варианты заданий курсовой работы**

1. Для своего варианта функционала найти экстремаль и построить её график.

$J(y,z) = \int_0^1 (2y'z' - y^2 + z^2 - 2ye^x) dx, \quad y(0)=0; \quad z(0)=1; \\ y(1)=1; \quad z(1)=0;$	$J(y,z) = \int_0^1 (y^2 + z^2 + 2y'z' + ye^x) dx, \quad y(0)=0; \quad z(0)=1; \\ y(1)=1; \quad z(1)=0;$
$J(y,z) = \int_0^1 (2y'z' + y^2 + z^2 - z \sin x) dx, \quad y(0)=0; \quad z(0)=1; \\ y(1)=1; \quad z(1)=0;$	$J(y,z) = \int_0^1 (y^2 + 4yz + z^2 + y'^2 + z'^2 + 2ze^x) dx, \quad y(0)=0; \quad z(0)=1; \\ y(1)=1; \quad z(1)=0;$
$J(y,z) = \int_0^1 (2y'z' + y^2 - z^2 + 2z \cos x) dx, \quad y(0)=0; \quad z(0)=1; \\ y(1)=1; \quad z(1)=0;$	$J(y,z) = \int_0^1 ((y+z)^2 + y'^2 + z'^2 + 2y \sin x) dx, \quad y(0)=0; \quad z(0)=1; \\ y(1)=1; \quad z(1)=0;$

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

- ОС Windows 7 Professional.
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level.
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security
- Maxima.

## 11. 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>
Лк	Мультимедийный класс	Интерактивная доска SMART Board 680I со встроенным проектором UX60. ПК: AMD Athlon™7550 Dual-Core Processor 250 GHz/RAM 2Gb/HDD; Монитор Samsung 943N MY19LS	–
ПЗ	Дисплейный класс	14-ПК: Процессор :AMD A6-6400 APU; RAM 4 Gb; HDD 500 Gb Монитор TFT 19 LG1953S-SF; Принтер: HP LaserJet P3005	1–5
КР	Дисплейный класс	14-ПК: Процессор :AMD A6-6400 APU; RAM 4 Gb; HDD 500 Gb Монитор TFT 19 LG1953S-SF; Принтер: HP LaserJet P3005	–
СР	Читальный зал №1	10 ПК i5-2500/H67/4Gb. Монитор TFT19 Samsung. Принтер HP LaserJet P2055D	–



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

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

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ПК-24	способность обосновывать правильность выбранной модели, сопоставляя результаты экспериментальных данных и полученных решений	1. Функционалы и их свойства	1.1. Основные положения вариационного исчисления.	Экзаменационные вопросы 1.1 – 1.6
		2. Задачи вариационного исчисления	2.1. Простейшая задача вариационного исчисления.	Экзаменационные вопросы 2.1 – 2.9
			2.2. Уравнение Эйлера.	
ПК-25	способность использовать математические методы обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований	3. Задачи вариационного исчисления на условный экстремум	3.1. Изопериметрическая задача.	Экзаменационные вопросы 3.1 – 3.7
			3.2. Задача Лагранжа.	
		4. Задача оптимального управления	4.1. Метод динамического программирования.	Экзаменационные вопросы 4.1 – 4.9
			4.2. Принцип максимума Понтрягина.	

**2. Экзаменационные вопросы**

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ПК-24	способность обосновывать правильность выбранной модели, сопоставляя результаты экспериментальных данных и полученных решений	1.1 Определение функционала.	1. Функционалы и их свойства
			1.2 Определение функционального пространства.	
			1.3 Линейное пространство: свойства.	
			1.4 Нормированное линейное пространство.	
			1.5 Примеры функциональных пространств.	
			1.6 Вариация функционала.	
			2.1 Формулировка простейшей задачи.	2. Задачи вариационного исчисления
			2.2 Лемма Лагранжа.	
			2.3 Условия слабого экстремума для функционала заданного вида.	
			2.4 Вариация функционала заданного вида.	
			2.5 Формулировка теоремы (уравнение Эйлера).	
			2.6 Определение экстремали.	
			2.7 Частные случаи уравнение Эйлера: подынтегральная функция не зависит от	

			функции.		
			2.8 Частные случаи уравнение Эйлера: подынтегральная функция не зависит от аргумента.		
			2.9. Частные случаи уравнение Эйлера: подынтегральная функция не зависит от производной функции.		
2.	ПК-25	способность использовать математические методы обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований	3.1 Простейшая изопериметрическая задача.	3. Задачи вариационного исчисления на условный экстремум	
			3.2 Прямые обобщения: несколько условий.		
			3.3 Прямые обобщения: свободные концы.		
			3.4 Прямые обобщения: несколько функции.		
			3.5 Задача Лагранжа: Простейший случай.		
			3.6 Задача о геодезических кривых.		
			3.7 Уравнение Эйлера.		
			4.1 Формулировка задачи оптимального управления.		4. Задача оптимального управления
			4.2 Функция Беллмана.		
		4.3 Принцип оптимальности Беллмана.			
		4.4 Уравнение Беллмана в дифференциальной форме.			
		4.5 Формулировка задачи оптимального управления.			
		4.6 Критерий качества.			
		4.7 Кусочно-непрерывное управление.			
		4.8 Задача с фиксированным временем управления.			
4.9 Задача с нефиксированным моментом начала или окончания управления.					

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<b>Знать:</b> (ПК-24): – основы математического моделирования, способы оценки моделей; (ПК-25): – методы обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований; <b>Уметь:</b> (ПК-24): – обосновывать правильность выбранной модели, сопоставляя результаты экспериментальных данных и полученных решений; (ПК-25): – использовать математические методы обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований; <b>Владеть:</b> (ПК-24): – навыками обосновывать правильность выбранной модели, сопоставляя результаты экспериментальных данных и полученных решений; (ПК-25):	<b>отлично</b>	Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент демонстрирует: – всестороннее систематическое знание программного материала; – правильное выполнение типовых заданий, направленных на применение программного материала; – правильное применение основных положений программного материала.
	<b>хорошо</b>	Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент демонстрирует: – недостаточно полное знание программного материала; – выполнение с несущественными ошибками типовых заданий, направленных на применение программного материала; – применение с несущественными ошибками основных положений программного материала.
	<b>удовлетворительно</b>	Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует: – частичное знание программного материала; – частичное выполнение типовых заданий, направленных на применение программного материала;

<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками использования математических методов обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований.</li> </ul>	<b>неудовлетворительно</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– частичное применение основных положений программного материала.</li> </ul> <p>Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– существенные пробелы в знании программного материала;</li> <li>– принципиальные ошибки при выполнении типовых заданий, направленных на применение программного материала;</li> <li>– невозможность применения основных положений программного материала.</li> </ul>
---	----------------------------	---

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

Цель и задачи дисциплины «Основы вариационного исчисления» представлены в разделе 1 настоящей рабочей программы. Место дисциплины в структуре образовательной программы представлено в разделе 2 настоящей рабочей программы. Распределение объема дисциплины по формам обучения с указанием видов учебных занятий представлено в разделе 3 настоящей рабочей программы. Содержание дисциплины указано в разделе 4 настоящей рабочей программы.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов по дисциплине находятся в свободном доступе в соответствии с разделом 6 настоящей рабочей программы.

При изучении дисциплины необходимо использовать литературу, указанную в разделе 7 настоящей рабочей программы, а также перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», представленных в разделе 8 настоящей рабочей программы.

Консультации для студентов по дисциплине проводятся в соответствии с графиком проведения консультаций, представленном на стенде кафедры, за которой закреплена указанная дисциплина.

К экзамену допускаются студенты, которые выполнили и оформили все лабораторные работы, предусмотренные в конкретном семестре. Методические указания по выполнению и оформлению представлены в разделе 9.1. настоящей рабочей программы.

Информационные технологии, используемые при освоении дисциплины, перечислены в разделе 10 настоящей рабочей программы.

Оценка знаний, умений, навыков осуществляется в процессе промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине, которая осуществляется в виде экзамена. Для оценивания знаний, умений, навыков используются ФОС по дисциплине, содержащий экзаменационные вопросы.

Экзамен проводится в письменной форме по выданному преподавателем заданию.

По итогам выполненного задания преподаватель оценивает уровень знаний, умений, навыков. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, сформированных по итогам изучения дисциплины, представлено в разделе 3 Приложения 1 настоящей рабочей программы. Основными оценочными средствами при проведении промежуточной аттестации являются экзаменационные вопросы.

## **АННОТАЦИЯ**

### **рабочей программы дисциплины**

### **Основы вариационного исчисления**

#### **1. Цель и задачи дисциплины**

Приобретение знаний в области вариационного исчисления; приобретение практических навыков построения, анализа математических моделей, в которых необходимо найти экстремум некоторой функции или функционала и решения соответствующих экстремальных задач.

Задачами изучения дисциплины является:

- приобретение студентами знаний в области вариационного исчисления;
- приобретение практических навыков построения математических моделей;
- приобретение практических навыков анализа математических моделей.

#### **2. Структура дисциплины**

2.1. Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: лекций – 18 часов, практические занятия – 36 часов, самостоятельная работа обучающихся – 54 часа.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часов, 4 зачетных единицы.

2.2. Основные разделы дисциплины:

- 1 – Функционалы и их свойства.
- 2 – Задачи вариационного исчисления.
- 3 – Задачи вариационного исчисления на условный экстремум.
- 4 – Задача оптимального управления.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-24 способность обосновывать правильность выбранной модели, сопоставляя результаты экспериментальных данных и полученных решений;

ПК-25 способность использовать математические методы обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований.

#### **4. Вид промежуточной аттестации: экзамен, КР.**

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_-20\_\_ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

---

---

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

---

---

---

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
(разработчик)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии от « 12 » марта 2015 г. № 219

для набора 2015 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля 2018 г. № 413.

для набора 2016 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «16» сентября 2016 г. № 622, заочной формы обучения от «16» сентября 2016 г. № 622.

для набора 2017 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017 г. № 125, заочной формы обучения от «06» марта 2017 г. № 125.

**Программу составил:**

Толстикова А.С., доцент каф. ИиПМ \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ИиПМ от «19» декабря 2018 г., протокол № 5

И.о. заведующего кафедрой ИиПМ \_\_\_\_\_ А.С. Толстикова

**СОГЛАСОВАНО:**

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией ЕН факультета от «20» декабря 2018 г., протокол № 4

Председатель методической комиссии факультета \_\_\_\_\_ М.А. Варданян

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник учебно-методического управления \_\_\_\_\_ Г.П. Нежевец

Регистрационный № \_\_\_\_\_