


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

  
Матвеев П.В.  
(подпись) ФИО  
«31» мая 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Направление/специальность подготовки	20.04.01 Техносферная безопасность
Специализация/профиль/программа подготовки	Инженерная защита окружающей среды Управление экосистемностью предприятия
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очно-заочная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
Кафедра-разработчик рабочей программы	О6 ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	9	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	зач.
5	10	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	диф. зач.
ВСЕГО		6	216	102	68	0	34	114	0	0	114	

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

**20.04.01 Техносферная безопасность**

год набора группы: 2022

Программу составили:

Кафедра О6 ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА  
Белкова Анастасия Леонидовна, к.ф.-м.н., доцент



Кафедра О6 ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА  
Чернусь Петр Павлович, к.т.н., доцент



Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **О6 ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**

Заведующий кафедрой Винник П.М., д.т.н., доц.



Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Заведующий кафедрой Шашурин А.Е., д.т.н., доц.



# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

20.04.01 (E5)	ОПК-1 — способность самостоятельно приобретать, структурировать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в области техносферной безопасности, решать сложные и проблемные вопросы
20.04.01 (E5)	ОПК-1 — способность самостоятельно приобретать, структурировать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в области техносферной безопасности, решать сложные и проблемные вопросы

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-1 (20.04.01, E5)**

*знания:*

1. основные задачи вариационного исчисления;
2. основные методы решения задач вариационного исчисления;
3. основные положения функционального анализа, необходимые для решения задач математической физики;

4. основные методы решения задач математической физики;

*умения:*

1. способностью к критическому анализу и оценке поставленных задач, генерированию новых идей при решении;
2. правильно определять модель применяемой классической задачи в зависимости от формулировки исходной задачи;
3. критически анализировать параметры построенных моделей и их результаты;
4. способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития; исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

*навыки:*

1. проектировать и осуществлять комплексные исследования, на основе целостного системного научного подход;
2. разработки новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной.

## **ОПК-1 (20.04.01, E5)**

*знания:*

1. основные задачи вариационного исчисления;
2. основные методы решения задач вариационного исчисления;
3. основные положения функционального анализа, необходимые для решения задач математической физики;

4. основные методы решения задач математической физики;

*умения:*

1. способностью к критическому анализу и оценке поставленных задач, генерированию новых идей при решении;
2. правильно определять модель применяемой классической задачи в зависимости от формулировки исходной задачи;
3. критически анализировать параметры построенных моделей и их результаты;
4. способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития; исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

*навыки:*

1. проектировать и осуществлять комплексные исследования, на основе целостного системного научного подход;
2. разработки новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлениям: 20.04.01 Техносферная безопасность, 20.04.01 Техносферная безопасность.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания физико-математической подготовки бакалавра и служит основой для освоения дисциплин: **ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ, СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ**

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-1 (20.04.01)	ОПК-1 (20.04.01)
5	9	<b>Раздел 1. Простейшая задача классического вариационного исчисления.</b> 1.1 Простейшая задача классического вариационного исчисления 1.2 Необходимое условие экстремума в простейшей задаче классического вариационного исчисления.	15	6	4	2	9	5	5
5	9	<b>Раздел 2. Достаточные условия слабого минимума в простейшей задаче.</b> 2.1 Достаточные условия слабого минимума в простейшей задаче классического вариационного исчисления 2.2 Условие Лежандра 2.3 Условие Якоби.	20	8	6	2	12	10	10
5	9	<b>Раздел 3. Функция Вейерштрасса. Необходимое условие сильного минимума в простейшей задаче классического вариационного исчисления.</b> 3.1 Необходимое условие сильного минимума в простейшей задаче классического вариационного исчисления 3.2 Функция Вейерштрасса. Связь условий Вейерштрасса и Лежандра 3.3 Достаточные условия минимума функционала.	20	10	6	4	10	10	10
5	9	<b>Раздел 4. Первая и вторая вариации функционала. Уравнение Эйлера- Лагранжа.</b> 4.1 Первая и вторая вариации функционала. Уравнение Эйлера- Лагранжа. 4.2 Условие Якоби о возможности построения поля экстремалей.	11	6	4	2	5	10	10
5	9	<b>Раздел 5. Принцип наименьшего действия.</b> 5.1 Простейшая векторная задача классического вариационного исчисления 5.2 Принцип наименьшего действия 5.3 Естественные граничные условия для простейшего функционала 5.4 Уравнение Эйлера—Пуассона 5.5 Задача Больца 5.6 Изопериметрическая задача.	29	14	10	4	15	10	10
5	9	<b>Раздел 6. Задача Лагранжа с голономными и неголономными связями.</b> 6.1 Задача Лагранжа с голономными связями 6.2 Задача Лагранжа в понтрягинской форме.	13	7	4	3	6	10	10
Всего за 9 семестр			108	51	34	17	57	55	55
5	10	<b>Раздел 7. Отдельные разделы функционального анализа.</b> 1.1 Ортогональные системы функций, ряды из них 1.2 Уравнение Бесселя, его решение 1.3 Ортогональность функций Бесселя 1.4 Интеграл Фурье.	11	3	2	1	8	5	5
5	10	<b>Раздел 8. Уравнение малых колебаний.</b> 2.1 Вывод и решение уравнения малых колебаний способом Даламбера 2.2 Вывод и решение уравнения малых колебаний способом Фурье.	24	12	8	4	12	10	10
5	10	<b>Раздел 9. Уравнение теплопроводности.</b> 3.1. Вывод уравнения теплопроводности для различных случаев 3.2. Решение уравнения теплопроводности для различных случаев.	30	15	10	5	15	10	10
5	10	<b>Раздел 10. Уравнения Лапласа и Пуассона.</b> 4.1 Вывод и решение уравнения Лапласа 4.2 Вывод и решение уравнения Пуассона.	30	15	10	5	15	10	10
5	10	<b>Раздел 11. Линейные уравнения 2 порядка в частных производных.</b> 5.1. Классификация линейных уравнений 2 порядка в частных производных 5.2. Приведение линейных уравнений к каноническому виду.	13	6	4	2	7	10	10
Всего за 10 семестр			108	51	34	17	57	45	45
Всего по дисциплине			216	102	68	34	114	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Простейшая задача классического вариационного исчисления.	Простейшая задача классического вариационного исчисления Необходимое условие экстремума в простейшей задаче классического вариационного исчисления	2
2	Раздел 2. Достаточные условия слабого минимума в простейшей задаче.	Достаточные условия слабого минимума в простейшей задаче классического вариационного исчисления Условие Лежандра. Условие Якоби.	2
3	Раздел 3. Функция Вейерштрасса. Необходимое условие сильного минимума в простейшей задаче классического вариационного исчисления.	Необходимое условие сильного минимума в простейшей задаче классического вариационного исчисления. Функция Вейерштрасса. Связь условий Вейерштрасса и Лежандра. Достаточные условия минимума функционала.	4

4	Раздел 4. Первая и вторая вариации функционала. Уравнение Эйлера–Лагранжа.	Первая и вторая вариации функционала. Уравнение Эйлера—Лагранжа. Условие Якоби о возможности построения поля экстремалей	2
5	Раздел 5. Принцип наименьшего действия.	Простейшая векторная задача классического вариационного исчисления. Принцип наименьшего действия. Естественные граничные условия для простейшего функционала. Уравнение Эйлера—Пуассона. Задача Больца. Изопериметрическая задача.	4
6	Раздел 6. Задача Лагранжа с голономными и неголономными связями.	Задача Лагранжа с голономными связями. Задача Лагранжа в понтрягинской форме.	3
<b>Всего за 9 семестр</b>			17
7	Раздел 7. Отдельные разделы функционального анализа.	Ортогональные системы функций, ряды из них. Уравнение Бесселя, его решение. Ортогональность функций Бесселя, интеграл Фурье.	1
8	Раздел 8. .Уравнение малых колебаний.	Вывод и решение уравнения малых колебаний способом Даламбера. Вывод и решение уравнения малых колебаний способом Фурье.	4
9	Раздел 9. Уравнение теплопроводности.	Вывод и решение уравнения теплопроводности для различных случаев	5
10	Раздел 10. Уравнения Лапласа и Пуассона.	Вывод и решение уравнения Лапласа. Вывод и решение уравнения Пуассона.	5
11	Раздел 11. Линейные уравнения 2 порядка в частных производных.	Линейные уравнения 2 порядка в частных производных	2
<b>Всего за 10 семестр</b>			17

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Простейшая задача классического вариационного исчисления.	Повторение необходимых условий локального экстремума гладкой функции нескольких переменных. Изучение постановки простейшей вариационной задачи.	9
2	Раздел 2. Достаточные условия слабого минимума в простейшей задаче.	Повторение достаточных условий локального экстремума гладкой функции нескольких переменных. Изучение формулировок условий Лежандра и Якоби.	12
3	Раздел 3. Функция Вейерштрасса. Необходимое условие сильного минимума в простейшей задаче классического вариационного исчисления.	Изучение условий Лежандра и Якоби, функции Вейерштрасса, достаточных условий сильного минимума интегрального функционала.	10
4	Раздел 4. Первая и вторая вариации функционала. Уравнение Эйлера–Лагранжа.	Повторение формулы интегрирования по частям и дифференцирования под знаком интеграла. Изучение вывода уравнения Эйлера.	5
5	Раздел 5. Принцип наименьшего действия.	Изучение векторной задачи вариационного исчисления, принципа наименьшего действия, уравнения Эйлера–Пуассона.	15
6	Раздел 6. Задача Лагранжа с голономными и неголономными связями.	Повторение условного экстремума функции нескольких переменных. Изучение задачи Лагранжа с голономными связями	6
<b>Всего за 9 семестр</b>			57
7	Раздел 7. Отдельные разделы функционального анализа.	Повторение темы «Ряды Фурье, операционное исчисление» из общего курса высшей математики	8
8	Раздел 8. .Уравнение малых колебаний.	Решение предложенных задач. Построение математических моделей для колебаний	12

		струны и их визуализация с помощью системы компьютерной алгебры.	
9	Раздел 9. Уравнение теплопроводности.	Решение предложенных задач. Построение математических моделей для уравнения теплопроводности и их визуализация с помощью системы компьютерной алгебры.	15
10	Раздел 10. Уравнения Лапласа и Пуассона.	Решение предложенных задач. Построение математических моделей для задач и их визуализация с помощью системы компьютерной алгебры.	15
11	Раздел 11. Линейные уравнения 2 порядка в частных производных.	Изучение теоретического материала. Решение предложенных задач.	7
<b>Всего за 10 семестр</b>			<b>57</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>9</b>	ДЗ				ДЗ	ДР			ДЗ	ДР			ДЗ		ДЗ	ДР	зач.
<b>10</b>	ДЗ				ДЗ	ДР			ДЗ	ДР			ДЗ		ДЗ	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- зач. – зачет;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет;
- дифференцированный зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Кононова, А. Л. Белкова. . Уравнения математической физики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.
2. А. А. Кононова, А. Л. Белкова. . Уравнения математической физики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 66 экз.
3. А. П. Рябушко. Индивидуальные задания по высшей математике. Ч. 4 Операционное исчисление. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
4. А. П. Рябушко. Индивидуальные задания по высшей математике. Ч. 4 Операционное исчисление. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 198 экз.
5. А. П. Рябушко, В. В. Бархатов, В. В. Державец. Индивидуальные задания по высшей математике. Ч. 2 Комплексные числа. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
6. А. П. Рябушко, В. В. Бархатов, В. В. Державец. Индивидуальные задания по высшей математике. Ч. 2 Комплексные числа. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 406 экз.
7. А. П. Рябушко, В. В. Бархатов, В. В. Державец. Индивидуальные задания по высшей математике. Ч. 3 Ряды. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
8. А. П. Рябушко, В. В. Бархатов, В. В. Державец. Ряды. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 146 экз.
9. Б. П. Родин. . Вариационное исчисление. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 50 экз.
10. Б. П. Родин. . Вариационное исчисление. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, эл. рес.
11. В. И. Ванько, О. В. Ермошина, Г. Н. Кувыркин. . Вариационное исчисление и оптимальное управление. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, 30 экз.
12. В. Л. Файншмидт. . Элементы алгебры и аналитической геометрии. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, эл. рес.
13. В. Л. Файншмидт. . Ортогональные функции и краевые задачи. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 146 экз.
14. В. Л. Файншмидт, Н. В. Тарасова. . Некоторые уравнения математической физики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, эл. рес.
15. В. Л. Файншмидт, Н. В. Тарасова. . Некоторые уравнения математической физики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 39 экз.
16. Д. П. Голоскоков. . Курс математической физики с использованием пакета Maple. СПб.: Лань, 2015, 45 экз.
17. М. О. Лебедев. . Основы вариационного исчисления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
18. Я. С. Бугров, С. М. Никольский. . Высшая математика. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://library.voenmeh.ru/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Maple.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся;
2. Maple.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлениям: 20.04.01 Техносферная безопасность, 20.04.01 Техносферная безопасность. Дисциплина реализуется на факультете О Естественнотехнический БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой О6 ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 (20.04.01) способность самостоятельно приобретать, структурировать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в области техносферной безопасности, решать сложные и проблемные вопросы;

ОПК-1 (20.04.01) способность самостоятельно приобретать, структурировать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в области техносферной безопасности, решать сложные и проблемные вопросы.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с постановкой задачи и построения математической модели для реальных условий, используя методы и модели высшей математики; а также представления результатов своих исследований в виде полной математической модели.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет;
- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**68 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**114 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 102 ч. аудиторных занятий, и 114 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Простейшая задача классического вариационного исчисления.</b>		
Повторение необходимых условий локального экстремума гладкой функции нескольких переменных. Изучение постановки простейшей вариационной задачи.	<p>А. П. Рябушко, В. В. Бархатов, В. В. Державец. Индивидуальные задания по высшей математике. Ч. 2 Комплексные числа: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (10)</p> <p>Б. П. Родин. . Вариационное исчисление: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1, 2)</p> <p>М. О. Лебедев. . Основы вариационного исчисления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1)</p> <p>В. И. Ванько, О. В. Ермошина, Г. Н. Кувыркин. . Вариационное исчисление и оптимальное управление: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1)</p> <p>Б. П. Родин. . Вариационное исчисление: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1, 2)</p> <p>А. П. Рябушко, В. В. Бархатов, В. В. Державец. Индивидуальные задания по высшей математике. Ч. 2 Комплексные числа: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (10)</p>	9
Итого по разделу 1		9
<b>Раздел 2. Достаточные условия слабого минимума в простейшей задаче.</b>		
Повторение достаточных условий локального экстремума гладкой функции нескольких переменных. Изучение формулировок условий Лежандра и Якоби.	<p>Б. П. Родин. . Вариационное исчисление: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (3)</p> <p>Я. С. Бугров, С. М. Никольский. . Высшая математика: Москва: Юрайт, 2020 (8)</p> <p>В. И. Ванько, О. В. Ермошина, Г. Н. Кувыркин. . Вариационное исчисление и оптимальное управление: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (2)</p> <p>А. П. Рябушко, В. В. Бархатов, В. В. Державец. Индивидуальные задания по высшей математике. Ч. 2 Комплексные числа: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (10)</p> <p>Б. П. Родин. . Вариационное исчисление: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф.</p>	12

	Устинова, 2017 (3) А. П. Рябушко, В. В. Бархатов, В. В. Державец. Индивидуальные задания по высшей математике. Ч. 2 Комплексные числа: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (10)	
Итого по разделу 2		12
<b>Раздел 3. Функция Вейерштрасса. Необходимое условие сильного минимума в простейшей задаче классического вариационного исчисления.</b>		
Изучение условий Лежандра и Якоби, функции Вейерштрасса, достаточных условий сильного минимума интегрального функционала.	Б. П. Родин. . Вариационное исчисление: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (4, 10) Б. П. Родин. . Вариационное исчисление: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (4, 10) В. И. Ванько, О. В. Ермошина, Г. Н. Кувыркин. . Вариационное исчисление и оптимальное управление: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (5)	10
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Первая и вторая вариации функционала. Уравнение Эйлера-Лагранжа.</b>		
Повторение формулы интегрирования по частям и дифференцирования под знаком интеграла. Изучение вывода уравнения Эйлера.	Б. П. Родин. . Вариационное исчисление: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (5, 7, 8) Б. П. Родин. . Вариационное исчисление: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (5, 7, 8) В. И. Ванько, О. В. Ермошина, Г. Н. Кувыркин. . Вариационное исчисление и оптимальное управление: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (2, 3)	5
Итого по разделу 4		5
<b>Раздел 5. Принцип наименьшего действия.</b>		
Изучение векторной задачи вариационного исчисления, принципа наименьшего действия, уравнения Эйлера-Пуассона.	Б. П. Родин. . Вариационное исчисление: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (14, 15, 16) Б. П. Родин. . Вариационное исчисление: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (14, 15, 16) В. И. Ванько, О. В. Ермошина, Г. Н. Кувыркин. . Вариационное исчисление и оптимальное управление: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (4)	15
Итого по разделу 5		15
<b>Раздел 6. Задача Лагранжа с голономными и неголономными связями.</b>		
Повторение условного экстремума функции нескольких переменных. Изучение задачи Лагранжа с голономными связями	В. И. Ванько, О. В. Ермошина, Г. Н. Кувыркин. . Вариационное исчисление и оптимальное управление: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (4) Б. П. Родин. . Вариационное исчисление: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (16, 17, 18) Б. П. Родин. . Вариационное исчисление: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (16, 17, 18)	6
Итого по разделу 6		6
<b>Раздел 7. Отдельные разделы функционального анализа.</b>		
Повторение темы «Ряды Фурье, операционное исчисление» из общего курса высшей математики	Д. П. Голоскоков. . Курс математической физики с использованием пакета Maple: СПб.: Лань, 2015 (1) А. П. Рябушко, В. В. Бархатов, В. В.	8

	<p>Державец. Ряды: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (12)</p> <p>В. Л. Файншмидт. . Элементы алгебры и аналитической геометрии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1, 2, 3)</p> <p>А. А. Кононова, А. Л. Белкова. . Уравнения математической физики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1)</p> <p>А. П. Рябушко, В. В. Бархатов, В. В. Державец. Индивидуальные задания по высшей математике. Ч. 3 Ряды: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (12)</p> <p>В. Л. Файншмидт. . Ортогональные функции и краевые задачи: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1, 2, 3)</p> <p>А. П. Рябушко. Индивидуальные задания по высшей математике. Ч. 4 Операционное исчисление: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (16)</p> <p>А. А. Кононова, А. Л. Белкова. . Уравнения математической физики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1)</p> <p>А. П. Рябушко. Индивидуальные задания по высшей математике. Ч. 4 Операционное исчисление: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (16)</p>	
Итого по разделу 7		8
<b>Раздел 8. Уравнение малых колебаний.</b>		
Решение предложенных задач. Построение математических моделей для колебаний струны и их визуализация с помощью системы компьютерной алгебры.	<p>А. А. Кононова, А. Л. Белкова. . Уравнения математической физики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (2)</p> <p>Д. П. Голоскоков. . Курс математической физики с использованием пакета Maple: СПб.: Лань, 2015 (2)</p> <p>В. Л. Файншмидт, Н. В. Тарасова. . Некоторые уравнения математической физики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1)</p> <p>А. А. Кононова, А. Л. Белкова. . Уравнения математической физики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (2)</p> <p>В. Л. Файншмидт, Н. В. Тарасова. . Некоторые уравнения математической физики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1)</p>	12
Итого по разделу 8		12
<b>Раздел 9. Уравнение теплопроводности.</b>		
Решение предложенных задач. Построение математических моделей для уравнения теплопроводности и их визуализация с помощью системы компьютерной алгебры.	<p>А. А. Кононова, А. Л. Белкова. . Уравнения математической физики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (3)</p> <p>В. Л. Файншмидт, Н. В. Тарасова. . Некоторые уравнения математической физики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (2)</p> <p>Д. П. Голоскоков. . Курс математической физики с использованием пакета Maple: СПб.: Лань, 2015 (3)</p> <p>А. А. Кононова, А. Л. Белкова. . Уравнения математической физики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (3)</p>	15

	В. Л. Файншмидт, Н. В. Тарасова. . Некоторые уравнения математической физики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (2)	
Итого по разделу 9		15
<b>Раздел 10. Уравнения Лапласа и Пуассона.</b>		
Решение предложенных задач. Построение математических моделей для задач и их визуализация с помощью системы компьютерной алгебры.	Д. П. Голоскоков. . Курс математической физики с использованием пакета Maple: СПб.: Лань, 2015 (4) А. А. Кононова, А. Л. Белкова. . Уравнения математической физики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (4) В. Л. Файншмидт, Н. В. Тарасова. . Некоторые уравнения математической физики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (3) А. А. Кононова, А. Л. Белкова. . Уравнения математической физики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (4) В. Л. Файншмидт, Н. В. Тарасова. . Некоторые уравнения математической физики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (3)	15
Итого по разделу 10		15
<b>Раздел 11. Линейные уравнения 2 порядка в частных производных.</b>		
Изучение теоретического материала. Решение предложенных задач.	А. А. Кононова, А. Л. Белкова. . Уравнения математической физики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (5) В. Л. Файншмидт, Н. В. Тарасова. . Некоторые уравнения математической физики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (4) В. Л. Файншмидт, Н. В. Тарасова. . Некоторые уравнения математической физики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (4) А. А. Кононова, А. Л. Белкова. . Уравнения математической физики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (5)	7
Итого по разделу 11		7



## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- зачет;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Домашнее задание

Решения домашних заданий представляются в печатной или рукописной форме преподавателю, проводящему практические занятия. Темы домашних заданий расположены в УМК дисциплины. Каждое домашнее задание содержит от 1 до 5 задач. Каждая задача должна быть правильно и обоснованно решена.

#### Зачет

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Допуском к сдаче зачёта является выполнение всех домашних заданий. Зачёт проходит в форме контрольной работы. Темы трёх задач контрольной работы выбираются произвольным образом преподавателем, проводящим зачёт, из тем домашних заданий. Студент получает зачёт при верном решении минимум одной из трёх предложенных задач. Время выполнения контрольной работы 20 минут.

#### Дифференцированный зачет

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Дифференцированный зачёт проходит в форме контрольной работы. Допуском к дифференцированному зачёту является выполнение и защита всех домашних работ. Итоговая контрольная содержит 3 задачи. Темы трёх задач контрольной работы выбираются произвольным образом преподавателем, проводящим зачёт, из тем домашних заданий. Для получения отметки «удовлетворительно» студент должен правильно решить любую из трёх задач, для отметки «хорошо» — любые 2, на «отлично» — все три задачи. Время выполнения работы 60 минут.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-1 (20.04.01)	ОПК-1 (20.04.01)	
5	9	Раздел 1. Простейшая задача классического вариационного исчисления.	15	6	4	2	9	5	5	Домашнее задание
5	9	Раздел 2. Достаточные условия слабого минимума в простейшей задаче.	20	8	6	2	12	10	10	Домашнее задание
5	9	Раздел 3. Функция Вейерштрасса. Необходимое условие сильного минимума в простейшей задаче классического вариационного исчисления.	20	10	6	4	10	10	10	Домашнее задание
5	9	Раздел 4. Первая и вторая вариации функционала. Уравнение Эйлера-Лагранжа.	11	6	4	2	5	10	10	Домашнее задание
5	9	Раздел 5. Принцип наименьшего действия.	29	14	10	4	15	10	10	Домашнее задание
5	9	Раздел 6. Задача Лагранжа с голономными и неголономными связями.	13	7	4	3	6	10	10	Домашнее задание
Всего за 9 семестр			108	51	34	17	57	55	55	
5	10	Раздел 7. Отдельные разделы функционального анализа.	11	3	2	1	8	5	5	Домашнее задание
5	10	Раздел 8. Уравнение малых колебаний.	24	12	8	4	12	10	10	Домашнее задание
5	10	Раздел 9. Уравнение теплопроводности.	30	15	10	5	15	10	10	Домашнее задание
5	10	Раздел 10. Уравнения Лапласа и Пуассона.	30	15	10	5	15	10	10	Домашнее задание
5	10	Раздел 11. Линейные уравнения 2 порядка в частных производных.	13	6	4	2	7	10	10	Домашнее задание
Всего за 10 семестр			108	51	34	17	57	45	45	
Всего по дисциплине			216	102	68	34	114	100	100	