

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности


А.А.Панфилов
« 02 » 09 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ВАРИАЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ»

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Профиль/программа подготовки: Математическое моделирование

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоёмкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
2	6 / 216	18		36	126	экзамен (36 ч.)
Итого	6 / 216	18		36	126	экзамен (36 ч.)

Владимир 2019

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Вариационное исчисление» является приобретение студентами знаний и навыков, в вариационном исчислении и способам его применения для различных приложений.

Изучение данной дисциплины позволит студентам получить представление об основных видах вариационных задач, аналитических и численных методах их решения. Рассматриваются способы решения задач с подвижными и неподвижными границами, а также на условный экстремум и задач с угловыми точками.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Вариационное исчисление» относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 Дисциплины (модули) учебного плана.

Изучение данной дисциплины проходит во втором семестре и опирается на результатах изучения дисциплин бакалавриата, развивающих общепрофессиональные компетенции, относящиеся к группам «Теоретические и практические основы профессиональной деятельности» и «Информационно-коммуникационные технологии для профессиональной деятельности» (в первую очередь, направлений подготовки, относящихся к УГСН 010000, 020000, 090000). Набор таких дисциплин зависит от конкретной программы бакалавриата, ранее освоенной студентом. Примерами являются: «Высшая математика», «Линейная алгебра», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения» «Численные методы», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Математическое моделирование», «Имитационное моделирование».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК-3	частичное освоение	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none">• основные концепции и особенности математического моделирования в различных областях знаний. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">• разрабатывать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности и оценивать их качество. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">• навыками научного исследования задач предметной области с использованием разработанных моделей;
ОПК-4	частичное освоение	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none">• требования информационной безопасности, в том числе с учётом законодательства в области интеллектуальной деятельности;• информационно-коммуникационные технологии, используемые при решении прикладных и фундаментальных задач в области профессиональной деятельности. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">• применять существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учётом требований информационной безопасности. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">• навыками предварительной оценки по различным критериям и сравнения альтернатив при выборе информационно-коммуникационных технологий для решения задач в области профессиональной деятельности

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Общая постановка задачи вариационного исчисления.	2	1-2	2	–	4	20	4 / 60	
2	Метод вариаций в задачах с неподвижными границами.	2	3-8	6	–	12	38	10 / 55	рейтинг-контроль №1
3	Вариационные задачи с подвижными границами и другие виды задач.	2	9-12	4	–	8	24	6 / 50	рейтинг-контроль №2--
4	Вариационные задачи на условный экстремум.	2	13-16	4	–	8	24	6 / 50	
5	Численные методы решения вариационных задач.	2	17-18	2	–	4	20	4 / 60	рейтинг-контроль №3
Всего за 2 семестр:		2	18	18	–	36	126	30 / 55	экзамен (36)
Наличие в дисциплине КП/КР		–	–	–	–	–	–	–	–
Итого по дисциплине		2	18	18	–	36	126	30 / 55	экзамен (36)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Общая постановка задачи вариационного исчисления.

- Общая и математическая постановка задачи вариационного исчисления. Основные определения и теоремы вариационного исчисления. (2 часа).

Раздел 2. Метод вариаций в задачах с неподвижными границами.

- Метод вариаций в задачах с неподвижными границами. Вариация и ее свойства. Уравнение Эйлера. (2 часа).
- Простейшие задачи вариационного исчисления с неподвижными границами различного вида. (2 часа).
- Вариационные задачи для функционалов, зависящих от многих функций, от производных высшего порядка, от функций нескольких независимых переменных (2 часа).

Раздел 3. Вариационные задачи с подвижными границами и другие виды задач.

- Вариационные задачи с подвижными границами и другие виды задач. Задачи с подвижными границами. Условие трансверсальности. (2 часа)
- Вариационные задачи с подвижными границами. Экстремали с угловыми точками. Односторонние вариации. (2 часа).

Раздел 4. Вариационные задачи на условный экстремум.

- Вариационные задачи на условный экстремум. Достаточные условия экстремума. Поле экстремалей. (2 часа).
- Вариационные задачи на условный экстремум. Изопериметрические задачи. (2 часа).

Раздел 5. Численные методы решения вариационных задач.

- Прямые методы в вариационных задачах. Конечно-разностный метода Эйлера. Метод Рунге. Метод Канторовича (2 часа).

Содержание практических/лабораторных занятий по дисциплине

Раздел 1. Общая постановка задачи вариационного исчисления.

- Содержание лабораторных занятий:
 - Общая постановка задачи вариационного исчисления. (2 часа).
 - Вычисление вариации функционала. (2 часа).

Раздел 2. Метод вариаций в задачах с неподвижными границами.

- Содержание лабораторных занятий
 - Задачи вариационного исчисления для простейших функционалов. (2 часа).
 - Особые случаи задачи вариационного исчисления для простейших функционалов. (2 часа).
 - Задачи вариационного исчисления для функционалов, зависящих от нескольких функций. (2 часа).
 - Задачи вариационного исчисления для функционалов, зависящих от производных высшего порядка. (2 часа).
 - Рейтинг-контроль №1. (2 часа).
 - Задачи вариационного исчисления для функционалов, зависящих от функций нескольких независимых переменных. (2 часа).

Раздел 3. Вариационные задачи с подвижными границами и другие виды задач.

- Содержание лабораторных занятий:
 - Вариационные задачи с одной подвижной границей. (2 часа).
 - Вариационные задачи с двумя подвижными границами. (2 часа).
 - Вариационные задачи на экстремали с угловыми точками и односторонние вариации. (2 часа).
 - Рейтинг-контроль №2. (2 часа).

Раздел 4. Вариационные задачи на условный экстремум.

- Содержание лабораторных занятий:
 - Вариационные задачи на условный экстремум с голономными связями. (2 часа).
 - Вариационные задачи на условный экстремум с неголономными связями. (2 часа).
 - Изопериметрические задачи. (2 часа).
 - Рейтинг-контроль №3. (2 часа).

Раздел 5. Численные методы решения вариационных задач.

- Содержание лабораторных занятий:
 - Прямые методы в вариационных задачах. Конечно-разностный метода Эйлера. (2 часа).
 - Итерационные методы в вариационных задачах. Метод Рунге. Метод Канторовича. (2 часа).

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Вариационное исчисление» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Групповая дискуссия (все лабораторные занятия).
- Анализ ситуаций (все лабораторные занятия).
- Применение имитационных моделей (практические занятия по разделам 3, 4; лабораторные занятия по разделам 3, 4).
- Разбор конкретных ситуаций (лекционные занятия по разделам 1 - 5; все лабораторные занятия).
- Уровневая дифференциация (все лабораторные занятия, контрольные мероприятия).

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущий контроль успеваемости студентов

Примерный перечень вопросов к рейтинг-контролю №1

1. Найдите экстремаль функционала, зависящего от одной функции.

$$I[x(t)] = \int_0^1 (\dot{x}^2(t)) dt$$
$$x(0) = 0$$
$$x(1) = 1$$

2. Найдите экстремаль функционала, зависящего от одной функции.

$$I[x(t)] = \int_0^2 [t(\dot{x}(t))^3 - 3x(t)(\dot{x}(t))^2] dt$$
$$x(0) = 4$$
$$x(2) = 6$$

3. Найдите экстремаль функционала, зависящего от нескольких функций

$$I[x_1(t), x_2(t), x_3(t)] = \int_2^4 \sqrt{1 + (\dot{x}_1(t))^2 + (\dot{x}_2(t))^2 + (\dot{x}_3(t))^2} dt$$
$$x_1(2) = 1$$
$$x_2(2) = 2$$
$$x_3(2) = 5$$
$$x_1(4) = 3$$
$$x_2(4) = 4$$
$$x_3(4) = 9$$

4. Найдите экстремаль функционала, зависящего от производной высшего порядка одной функции

$$I[x(t)] = \int_0^1 (3x(t)\dot{x}(t) + (\ddot{x}(t))^2) dt$$
$$x(0) = 0$$
$$x(1) = 2$$
$$\dot{x}(0) = 0$$
$$\dot{x}(1) = 5$$

5. Найдите экстремаль функционала, зависящего от одной функции.

$$I[x(t)] = \int_2^4 [t(\dot{x}(t))^4 - 2x(t)(\dot{x}(t))^3] dt$$
$$x(2) = 1$$
$$x(4) = 5$$

6. Найдите экстремаль функционала, зависящего от одной функции

$$I[x(t)] = \int_0^1 [t\dot{x}(t) - (\dot{x}(t))^2] dt$$
$$x(0) = 1$$
$$x(1) = 1/4$$

7. Найдите экстремаль функционала, зависящего от нескольких функций

$$I[x_1(t), x_2(t)] = \int_0^3 \sqrt{1 + (\dot{x}_1(t))^2 + (\dot{x}_2(t))^2} dt$$
$$x_1(0) = 1$$
$$x_2(0) = -2$$
$$x_1(3) = 7$$
$$x_2(3) = 1$$

8. Найдите экстремаль функционала, зависящего от производной высшего порядка одной функции

$$I[x(t)] = \int_0^1 (48x(t) - (\ddot{x}(t))^2) dt$$
$$\begin{aligned} x(0) &= 0 \\ x(1) &= 1 \\ \dot{x}(0) &= 0 \\ \dot{x}(1) &= 4 \end{aligned}$$

Примерный перечень вопросов к рейтинг-контролю №2

1. Найдите экстремаль функционала

$$I[x(t)] = \int_0^{\pi/4} [(\dot{x}(t))^2 - x^2(t)] dt$$
$$\begin{aligned} x(0) &= 1 \\ T &= \pi/4 \end{aligned}$$

2. Найдите экстремаль функционала

$$I[x(t)] = \int_0^T \frac{\sqrt{1 + (\dot{x}(t))^2}}{t - 2} dt$$
$$\begin{aligned} x(0) &= 0 \\ x(T) + 4T - 4 &= 0 \end{aligned}$$

3. Найдите кратчайшее расстояние между кривыми

$$x(t) = t^2 \text{ и } x(t) = t - 1$$

4. Найдите экстремаль функционала.

$$I[x(t)] = \int_0^T [(\dot{x}(t))^2] dt$$
$$\begin{aligned} x(0) &= 0 \\ x(T) &= -T - 1 \end{aligned}$$

5. Найдите экстремаль функционала

$$I[x(t)] = \int_0^T \frac{\sqrt{1 + (\dot{x}(t))^2}}{t - 1} dt$$
$$\begin{aligned} x(0) &= 0 \\ (x(T) - 1)^2 + (T - 5)^2 - 4 &= 0 \end{aligned}$$

6. Найдите кратчайшее расстояние между кривыми

$$(x(t))^2 + t^2 = 1 \text{ и } (x(t))^2 + (t - 10)^2 = 4$$

Примерный перечень вопросов к рейтинг-контролю №3

1. Найдите экстремаль функционала

$$I[x_1(t), x_2(t)] = \int_0^1 \sqrt{1 + (\dot{x}_1(t))^2 + (\dot{x}_2(t))^2} dt$$
$$\begin{aligned} x_1(0) &= 1 \\ x_2(0) &= 2 \\ x_1(1) &= 2 \\ x_2(1) &= 1 \end{aligned}$$

$$2x_1 - x_2 - 3t = 0$$

2. Найдите экстремаль функционала

$$I[x_1(t), x_2(t)] = \int_0^{\pi} [(\dot{x}_1(t))^2 + (\dot{x}_2(t))^2] dt$$

$$x_1(0) = 0$$

$$x_2(0) = 0$$

$$x_1(\pi) = 0$$

$$x_2(\pi) = \pi/2$$

$$\dot{x}_1 - x_2 - t \cos t = 0$$

3. Найдите экстремаль функционала

$$I[x(t)] = \int_0^1 [(\dot{x}(t))^2 + x^2(t)] dt$$

$$x(0) = 0$$

$$x(1) = e^{-1}$$

$$\int_0^1 e^{-t} x(t) dt = \frac{1}{4} (1 - 3e^{-2})$$

4. Найдите экстремаль функционала

$$I[x_1(t), x_2(t)] = \int_0^1 [(\dot{x}_1(t))^2 + (\dot{x}_2(t))^2] dt$$

$$x_1(0) = -1$$

$$x_2(0) = 0$$

$$x_1(1) = -1$$

$$x_2(1) = 1$$

$$x_1 + x_2 - 2t^2 + t + 1 = 0$$

5. Найдите экстремаль функционала

$$I[x_1(t), x_2(t)] = \int_0^{\pi/2} [(\dot{x}_1(t))^2 - (\dot{x}_2(t))^2] dt$$

$$x_1(0) = 0$$

$$x_2(0) = 0$$

$$x_1(\pi/2) = \pi/4$$

$$x_2(\pi/2) = -1/2$$

$$\dot{x}_1 - x_2 - \sin t = 0$$

6. Найдите экстремаль функционала

$$I[x(t)] = \int_0^{\pi} x(t) \sin t dt$$

$$x(0) = 0$$

$$x(\pi) = 0$$

$$\int_0^{\pi} (\dot{x}(t))^2 dt = \frac{\pi}{2}$$

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен).

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Вариационное исчисление. Общая постановка задачи и основные теоремы и определения

2. Вариационные задачи поиска безусловного экстремума.
3. Метод вариации в задачах с неподвижными границами.

$$\int_{x_0}^{x_1} F(x, y(x), y'(x)) dx$$

4. Функционалы $\int_{x_0}^{x_1} F(x, y(x), y'(x)) dx$, зависящие от одной функции.

$$\int_{x_0}^{x_1} F(x, y_1(x), \dots, y_n(x), y_1'(x), \dots, y_n'(x)) dx$$

5. Функционалы $\int_{x_0}^{x_1} F(x, y_1(x), \dots, y_n(x), y_1'(x), \dots, y_n'(x)) dx$, зависящие от нескольких функций.

$$\int_{x_0}^{x_1} F(x, y(x), y'(x), \dots, y^{(m)}(x)) dx$$

6. Функционалы $\int_{x_0}^{x_1} F(x, y(x), y'(x), \dots, y^{(m)}(x)) dx$, зависящие от производных высшего порядка одной функции.

7. Метод вариации в задачах с подвижными границами.

$$\int_{x_0}^{x_1} F(x, y(x), y'(x)) dx$$

8. Функционалы $\int_{x_0}^{x_1} F(x, y(x), y'(x)) dx$, зависящие от одной функции. Случай гладких экстремалей.

$$\int_{x_0}^{x_1} F(x, y(x), y'(x)) dx$$

9. Функционалы $\int_{x_0}^{x_1} F(x, y(x), y'(x)) dx$, зависящие от одной функции. Случай негладких экстремалей.

$$\int_{x_0}^{x_1} F(x, y_1(x), \dots, y_n(x), y_1'(x), \dots, y_n'(x)) dx$$

10. Функционалы $\int_{x_0}^{x_1} F(x, y_1(x), \dots, y_n(x), y_1'(x), \dots, y_n'(x)) dx$, зависящие от нескольких функций в задачах с подвижными границами.

11. Вариационные задачи поиска условного экстремума.

12. Задачи Лагранжа с голономными связями.

13. Задачи Лагранжа с неголономными связями.

14. Изопериметрические задачи.

15. Численные методы решения вариационных задач.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Вариационное исчисление» включает в себя следующие виды деятельности:

- 1) проработку учебного материала по конспектам, учебной и научной литературе;
- 2) подготовку к и лабораторным занятиям;
- 3) подготовку по всем видам контрольных мероприятий, в том числе к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.

Темы для самостоятельной работы студентов

1. Задачи, приводящие к вариационным проблемам.
2. Простейшая задача вариационного исчисления. Вариация и ее свойства. Уравнение Эйлера.
3. Функционалы, зависящие от нескольких функций.
4. Функционалы, зависящие от производных высшего порядка.
5. Функционалы, зависящие от функций многих переменных.
6. Задача с подвижными концами.
7. Простейшая задача с подвижными границами.
8. Задача с подвижными границами для функционалов, зависящих от двух функций.
9. Экстремали с угловыми точками.
10. Основные типы задач на условный экстремум.
11. Необходимые условия в задаче Лагранжа.

12. Необходимые условия в изопериметрической задаче.
13. Принцип взаимности в изопериметрических задачах.
14. Формулировка вариационных задач.
15. Методы приближенного решения.
16. Двойственные вариационные задачи.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература*			
Авербух Юрий Владимирович Простейшие задачи вариационного исчисления: Учебно-методическое пособие / Авербух Ю.В., Серезникова Т.И., - 2-е изд., стер. - М.:Флинта, 2018. - 41 с.: ISBN 978-5-9765-3510-7 -	2018		Электронно-библиотечная система ZNANIUM Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/965914 (дата обращения: 22.10.2019). – Режим доступа: для авторизир. пользователей
Бренерман, М. Х. Вариационное исчисление : учебное пособие / М. Х. Бренерман, В. А. Жихарев. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. – 148 с. – ISBN 978-5-7882-2198-4.	2018		Электронно-библиотечная система IPR BOOKS Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/79275.html (дата обращения: 22.10.2019). – Режим доступа: для авторизир. пользователей
Бренерман, М. Х. Вариационное исчисление : учебное пособие / М. Х. Бренерман, В. А. Жихарев. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. — 148 с. — ISBN 978-5-7882-2198-4.	2017		Электронно-библиотечная система IPR BOOKS Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/79275.html (дата обращения: 22.10.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
Дополнительная литература			
Интегральное исчисление и дифференциальные уравнения: Учебное пособие / Новак Е., Рязанова Т.В., Новак И., - 2-е изд., стер. - М.:Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 111 с. ISBN 978-5-9765-3188-8 -	2017		Электронно-библиотечная система ZNANIUM Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/951007 (дата обращения: 22.10.2019). – Режим доступа: для авторизир. пользователей
Моклячук, М. П. Вариационное исчисление. Экстремальные задачи : учебник / М. П. Моклячук. – Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2006. – 428 с. – ISBN 5-93972-546-5. –	2006		Электронно-библиотечная система IPR BOOKS Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16495.html (дата обращения: 22.10.2019). – Режим доступа: для авторизир. пользователей
Паршев, Л. П. Вариационное исчисление : методические указания к выполнению типового расчета / Л. П. Паршев, А. В. Калинин, А. В. Мاستихин. – М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010. – 56 с. – ISBN 2227-8397	2010		Электронно-библиотечная система IPR BOOKS Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/31379.html (дата обращения: 22.10.2019). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

7.2. Периодические издания

1. Журнал «Вестник Российской академии наук», ISSN 0869-5873
2. Журнал «Вестник компьютерных и информационных технологий», ISSN 1810-7206.

7.3. Интернет-ресурсы

1. <http://www.exponenta.ru> – Образовательный математический портал.
2. <http://www.kxlab.com> - сайт _kx Лаборатории. Отправная точка поиска информации о новейших научных разработках в области вычислительной математики, автоматизации моделирования и программных продуктах _kx Лаборатории.
3. www.mathhelpplanet.com - некоммерческий математический форум, на котором можно получить консультацию и реальную помощь в решении по практически любому вопросу, связанному с математикой и многочисленными её приложениями.
4. www.csin.ru - Образовательный интернет-проект, посвященный computer science и смежным дисциплинам. Мы формируем комьюнити людей, профессионально занимающихся или даже просто интересующихся данной тематикой. Также мы собираем информацию, например, русскоязычные курсы по информатике.
5. www.teorver.ru - Портал, посвященный таким разделам математики, как теория вероятностей, математическая статистика, теория массового обслуживания, математическая теория телетрафика и другим приложениям теории вероятностей.
6. <http://edu.ru> - Федеральный портал "Российское образование", поддерживаемый ФГУ ГНИИ ИТТ "Информика". Каталог интернет-ресурсов по предметам.
7. <http://www.mathtree.ru> - Древоидный каталог математических ресурсов содержит информацию о кафедрах, персонах, публикациях, библиотеках, журналах и т.п.
8. <http://www.mathnet.ru/> - Общероссийский математический портал, предоставляющий российским и зарубежным математикам различные возможности в поиске информации о математической жизни в России.
9. <http://algotlist.manual.ru> - Сайт, посвященный алгоритмам и методам программирования.
10. <http://www.ecsocman.edu.ru/> - Образовательный портал - экономика, социология, менеджмент.
11. <http://www.fea.ru/> - Портал лаборатории "Вычислительная механика" физикомеханического факультета СПбГПУ.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Лабораторные занятия проводятся в аудитории (компьютерном классе) 511-3 (или аналогичном компьютерном классе в зависимости от сетки расписания).

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

- 1) Прикладное программное обеспечение: Браузер; Adobe Reader; MS Word; MS Excel; MS PowerPoint и др.
- 2) Прикладные математические пакеты: Maple; MathCad; MatLab и др.

Рабочую программу составил Абрахин С.И.

(ФИО, подпись)

Рецензент

(представитель работодателя)

Ген. директор ООО "ЭС сервис" Пискарев ДС

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики и прикладной математики

Протокол № 1 от 02.09.2019 года

Заведующий кафедрой

(ФИО, подпись)

Аракелян С.М.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Протокол № 1 от 02.09.2019 года

Председатель комиссии

(ФИО, подпись)

Аракелян С.М.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____
