

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)

Институт прикладной математики, физики и информатики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института



Хорьков К.С.

08 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА

(наименование дисциплины)

направление подготовки / специальность

02.03.01 «Математика и компьютерные науки»

(код и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) подготовки

Математические методы в экономике и финансах

(направленность (профиль) подготовки))

г. Владимир

2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» — научное представление о случайных событиях и величинах, а также о методах их исследования, знакомство с основными моделями и методами моделирования стохастических систем.

Задачи:

- усвоить методы количественной оценки случайных событий и величин;
- овладеть методами статистического анализа;
- научиться содержательно интерпретировать формальные результаты.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теория вероятностей и математическая статистика» относится к обязательной части учебного плана.

Пререквизиты дисциплины: линейная алгебра, математический анализ, функциональный анализ.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знает базовые понятия, полученные в области математических и (или) естественных наук. ОПК-1.2. Умеет использовать базовые понятия, полученные в области математических и (или) естественных наук, в профессиональной деятельности. ОПК-1.3. Владеет навыками выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний.	Знает теорию вероятностей и математическую статистику. Умеет использовать математические инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования. Владеет методами теории вероятностей и математической статистики и, кроме того, научиться содержательно интерпретировать формальные результаты.	Типовой расчет. Контрольные вопросы к рейтинг-контролю и промежуточной аттестации.
ОПК-2. Способен проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	ОПК-2.1. Знает способ проведения научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языке. ОПК-2.2. Умеет решать научные задачи в связи с поставленной целью и в	Знает фундаментальные понятия теории вероятностей и математической статистики. Умеет применять методы и инструментальные средства теории вероятностей и математической статистики для решения прикладных задач.	Типовой расчет. Контрольные вопросы к рейтинг-контролю и промежуточной аттестации.

	соответствии с выбранной методикой. ОПК-2.3. Владеет практическим опытом исследований в конкретной области профессиональной деятельности.	Владеет методами теории вероятностей и математической статистики	
ПК-1. Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий.	ПК-1.1. Знает основы научной теории и системного мышления, полученные в области математических и (или) естественных наук, принципы построения и виды архитектуры программного обеспечения. ПК-1.2. Умеет строить схемы причинно-следственных связей, методологии разработки программного обеспечения и технологии программирования. ПК-1.3. Владеет навыками выявления существенных явлений проблемной ситуации, разработки и изменения архитектуры программного обеспечения.	Знает теорию вероятностей и математическую статистику. Умеет применять математические методы и инструментальные средства для исследования объектов профессиональной деятельности; строить математические модели объектов профессиональной деятельности; использовать математические инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования. Владеет методами статистического анализа.	Типовой расчет. Контрольные вопросы к рейтинг-контролю и промежуточной аттестации.

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практическо		
1	Элементарная теория вероятностей		1-8	16	22		19		
1	Предмет теории вероятностей. Вероятностная модель эксперимента с конечным числом исходов.	4	1-2	4	6		5	4	
2	Некоторые, отличные от классической, модели и распределения (биномиальное, геометрическое и другие)	4	3	2	4		3	4	
3	Условная вероятность, формула Байеса, априорная и апостериорная вероятность, формула полной вероятности, независимые события.	4	4-5	4	4		4	4	

4	Простые случайные величины (с конечным числом значений). Числовые характеристики. Неравенство Чебышева.	4	5-6	2	4		3	4	Рейтинг-контроль 1
5	Схема Бернулли. Предельные теоремы: закон больших чисел, локальная предельная теорема, интегральная предельная теорема Муавра-Лапласа, теорема Пуассона.	4	7	2	4		3	4	
6	Оценка вероятности успеха в схеме Бернулли (несмещенная эффективная, неравенство Рао-Крамера, доверительные интервалы)	4	8	2			1	3	
2	Случайные величины		8-14	12	20		16		
7	Аксиоматика Колмогорова. Измеримые пространства. Способы задания вероятностных мер на измеримых пространствах. Общее определение случайной величины.	4	8-9	2	4		3	4	
8	Интеграл Лебега. Общее определение математического ожидания и его свойства (теоремы о неравенствах и о предельных переходах под знаком математического ожидания)	4	9-10	2	4		3	4	
9	Условные вероятности и условные математические ожидания относительно σ -алгебр.	4	11	2	4		3	4	
10	Распределения случайных величин: функция распределения, плотность распределения (в одномерном и многомерном случаях). Нормальное распределение	4	12	2	2		2	4	Рейтинг-контроль 2
11	Производящие и характеристические функции.	4	13	2	4		3	4	
12	Центральная предельная теорема для независимых одинаково распределенных случайных величин.	4	14	2	2		2	4	
3	Элементы математической статистики		15-18	8	12		10		
13	Основные понятия и задачи математической статистики. Выборка, эмпирическая функция распределения и эмпирические моменты.	4	15	2	4		3	4	
14	Задача оценивания неизвестных параметров распределения. Построение точечных и интервальных оценок.	4	16	2	2		2	4	
15	Задача статистической проверки гипотез. Критерии согласия	4	17	2	2		2	4	
16	Корреляционно-регрессионные задачи.	4	17-18	2	4		3	4	Рейтинг-контроль 3
Всего за 4 семестр				36	54		63		Экзамен (27)
Итого по дисциплине				36	54		63		Экзамен (27)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Элементарная теория вероятностей

Тема 1-2. Предмет теории вероятностей. Построение вероятностного пространства. Пространство элементарных исходов, вероятностная интерпретация множества и операций над множествами. Понятие несовместных событий. Некоторые классические модели и распределения. Вероятностная модель эксперимента с конечным числом исходов: выбор с возвращением, выбор без возвращения, упорядоченный и неупорядоченный. Подсчет числа элементарных исходов. Структура пространства элементарных исходов в задаче размещения m шаров по n ячейкам (статистика Максвелла-Больцмана, статистика Бозе-Эйнштейна, статистика Ферми-Дирака), дуализм с выниманием m шаров из урны с n шарами.

Возникновение биномиального и мультиномиального (полиномиального) распределений в задачах выбора с возвращением. Возникновение геометрического и гипергеометрического распределений в задачах выбора без возвращений.

Геометрическая модель вероятностного пространства. Задача о встрече. Парадокс Бертрана.

Тема 3. Условная вероятность, формула Байеса, априорная и апостериорная вероятность, формула полной вероятности, независимые события. Определение независимых в совокупности событий. Примеры. Схема Бернулли, распределение Бернулли, биномиальное распределение. Специфика вероятностного пространства для серии независимых испытаний.

Тема 4-6. Простые случайные величины (с конечным числом значений). Числовые характеристики. Неравенство Чебышева. Схема Бернулли. Предельные теоремы: закон больших чисел, локальная предельная теорема, интегральная предельная теорема Муавра-Лапласа, теорема Пуассона. Оценка вероятности успеха в схеме Бернулли (несмещенная эффективная, неравенство Рао-Крамера, доверительные интервалы)

Раздел 2. Случайные величины.

Тема 7-9. Аксиоматика Колмогорова. Измеримые пространства. Алгебры и σ -алгебры. Теоремы о существовании наименьшей алгебры и σ -алгебры, содержащих множества из заданной системы множеств. Построение борелевской σ -алгебры в \mathbb{R} , \mathbb{R}^n . Способы задания вероятностных мер на измеримых пространствах (теоремы об эквивалентности аксиом аддитивности и непрерывности вероятности, о продолжении меры, о соответствии между вероятностными мерами и функциями распределения). Примеры. Общее определение случайной величины. Интеграл Лебега. Общее определение математического ожидания и его свойства (теоремы о неравенствах и о предельных переходах под знаком математического ожидания). Разные виды сходимости последовательности случайных величин (по вероятности, с вероятностью 1, по распределению). Условные вероятности и условные математические ожидания относительно σ -алгебр.

Тема 10. Распределения случайных величин: функция распределения, плотность распределения (в одномерном и многомерном случаях). Примеры распределений. Нормальное распределение.

Тема 11-12. Производящие и характеристические функции. Определения, свойства, примеры. Центральная предельная теорема для независимых одинаково распределенных случайных величин.

Раздел 3. Элементы математической статистики.

Тема 13. Основные понятия и задачи математической статистики. Выборка, эмпирическая функция распределения и эмпирические моменты.

Тема 14. Задача оценивания неизвестных параметров распределения. Свойства оценок (несмещенность, эффективность и состоятельность), методы построения. Построение точечных и интервальных оценок. Распределения «хи-квадрат», Стьюдента, Фишера-Снедекора. Теорема Фишера.

Тема 15. Задача статистической проверки гипотез. Ошибки I и II рода. Понятие мощности критерия. Примеры статистических гипотез о параметрах распределения, и о законах распределения. Критерии согласия.

Тема 16. Корреляционно-регрессионные задачи. Линейная регрессия. Оценки метода наименьших квадратов.

Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 1. Элементарная теория вероятностей

Темы 1-6. Решение задач.

Раздел 2. Случайные величины

Темы 7-12. Решение задач.

Раздел 3. Элементы математической статистики

Темы 13-16. Решение задач.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Рейтинг-контроль №1 «Элементарная теория вероятностей»

Вариант 1

1. На стеллаже в библиотеке стоят 15 учебников, причём пять из них в переплёте. Библиотекарь берёт наудачу три учебника. Найдите вероятность того, что хотя бы один из взятых учебников окажется в переплёте.

2. По цели производят 5 выстрелов с вероятностью попадания в цель 0,75. Найдите вероятность: а) ровно четырёх попаданий, б) не менее четырёх попаданий, в) менее трёх попаданий.

3. В магазин на продажу поступили холодильники с трёх заводов. Продукция с первого завода содержит 10% холодильников с дефектом, второго – 15% и третьего – 5%. Какова вероятность приобретения исправного холодильника, если в магазин поступило 25 холодильников с первого завода, 40 – со второго и 35 – с третьего?

4. Какова вероятность того, что сумма двух наугад взятых положительных чисел, каждое из которых не больше трех, не превзойдет трех, а их произведение будет не больше 2?

5. Телефонная станция обслуживает 1000 абонентов. В течение часа любой абонент независимо от остальных может сделать вызов с вероятностью 0,005. Требуется найти вероятность того, что в течение часа было не более 3 вызовов.

Рейтинг-контроль №2 «Случайные величины»

Вариант 1

1. Пункт охраны связан с тремя охраняемыми объектами. Вероятность поступления сигнала с этих объектов составляет 0,2, 0,3 и 0,6, соответственно.

Составить закон распределения случайной величины – числа объектов, с которых поступит сигнал.

Найти математическое ожидание и дисперсию этой случайной величины.

2. Плотность вероятности случайной величины X имеет вид:

$$\varphi(x) = \begin{cases} 0, & \text{при } x < 1, \\ \frac{1}{4}, & \text{при } 1 \leq x \leq b, \\ 0, & \text{при } x > b \end{cases}$$

Найти: а) параметр b ; б) математическое ожидание и дисперсию случайной величины X .

3. Сумма вклада клиента сберегательного банка – это случайная величина с математическим ожиданием 15 тыс. руб. и дисперсией 0,4. Используя неравенство Чебышева, оценить вероятность того, что сумма вклада наудачу взятого вкладчика будет заключена в границах от 14 тыс. руб. до 16 тыс. руб.

4. X – нормально распределённая случайная величина с параметрами $a = 5, \sigma = 1$. Найти $P(4 < X < 6)$.

5. Случайная величина (X, Y) принимает значения в треугольнике $x > 0, y > 0, x + y < 1$ с равномерной плотностью. Вычислить коэффициент корреляции.

Рейтинг-контроль №3 «Элементы математической статистики»

Вариант 1

Задача 1.

1. Представить исходную выборку в виде статистического ряда и изобразить его графически. Привести график эмпирической функции распределения.

2. Определить моду и медиану.

3. Определить точечные оценки для среднего арифметического, дисперсии, среднеквадратического отклонения.

4. Определить интервальные оценки для математического ожидания с уровнями значимости $\alpha = 0,05$ и $\alpha = 0,01$.

Варианты заданий:

№ 1 50.0; 61.7; 72.1; 80.9; 90.9; 51.2; 61.9; 73.4; 81.3; 91.3; 52.7;
62.8; 74.5; 82.4; 92.5; 63.7; 76.7; 82.9; 64.0; 77.7; 83.7; 66.1;
64.1; 78.1; 65.8; 65.2; 79.8; 66.1; 68.5; 66.8; 67.4; 70.1.

Задача 2.

С целью определения средней продолжительности обслуживания клиентов в пенсионном фонде, число клиентов которого очень велико, по схеме собственно-случайной бесповторной выборки проведено обследование 100 клиентов. Результаты обследования представлены в таблице:

Время обслуживания, мин.	<2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	>12	Итого
Число клиентов	6	10	21	39	15	6	3	100

Используя χ^2 -критерий Пирсона, на уровне значимости 0,05 проверить гипотезу о том, что случайная величина X – время обслуживания клиентов – распределена по нормальному закону. Построить на одном чертеже гистограмму эмпирического распределения и соответствующую нормальную кривую.

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен)

Вопросы к экзамену

Часть 1. Элементарная теория вероятностей.

1) Предмет теории вероятностей, два признака случайного явления, постулат теории вероятностей. Примеры построения пространств элементарных исходов.

2) Вероятностное пространство в задаче выбора с возвращением: набор упорядоченный и неупорядоченный.

3) Вероятностное пространство в задаче выбора без возвращения: набор упорядоченный и неупорядоченный.

4) Вероятностное пространство в задаче размещения различных частиц по уровням: размещение с запретом и без запрета. Статистика Максвелла-Больцмана.

- 5) Вероятностное пространство в задаче размещения неразличимых частиц по уровням: размещение с запретом и без запрета. Статистики Бозе-Энштейна и Ферми-Дирака.
- 6) Понятие случайного события, операции над событиями.
- 7) Определение алгебры и σ -алгебры событий, теорема о существовании наименьшей алгебры (σ -алгебры), содержащей заданные события.
- 8) Определение алгебры и σ -алгебры событий, доказать, что система событий, содержащая достоверное событие, замкнутая относительно операции объединения и дополнения, образует алгебру (σ -алгебру).
- 9) Определение вероятностной меры, вероятность суммы событий (для несовместных событий и для произвольных). Общая формула.
- 10) Определение вероятностной меры, примеры классической и геометрической вероятностей.
- 11) Парадокс Бертрана.
- 12) Примеры конечных вероятностных пространств (биномиальное и полиномиальное распределения, гипергеометрическое)
- 13) Определение условной вероятности, ее свойства.
- 14) Вероятность произведения произвольных событий, общая формула, формула Байеса.
- 15) Полная группа событий, формула полной вероятности.
- 16) Полная группа событий, понятие априорной и апостериорной вероятностей, теорема Байеса.
- 17) Определение n независимых в совокупности событий. Доказать, что из попарной независимости не следует независимость в совокупности.
- 18) * Прямое произведение вероятностных пространств как специальное вероятностное пространство, связанное с независимыми событиями.
- 19) Схема Бернулли: традиционная постановка задачи и построение вероятностного пространства.
- 20) Схема Бернулли. Локальная и интегральная предельные теоремы Муавра-Лапласа. Неравенство Берри-Эссена.
- 21) Схема Бернулли. Предельная теорема Пуассона. Неравенство Прохорова.

Часть 2. Случайные величины.

- 1) Определение случайной величины и связанных с ней понятий: распределения и функции распределения.
- 2) Дискретные случайные величины, законы распределения, примеры (распределение Бернулли, биномиальное распределение, распределение Пуассона).
- 3) Математическое ожидание дискретной случайной величины и его свойства.
- 4) Математическое ожидание дискретной случайной величины, имеющей распределение Бернулли, биномиальное распределение, распределение Пуассона.
- 5) Дисперсия и среднеквадратическое отклонение дискретной случайной величины, свойства дисперсии.
- 6) Определение независимых случайных величин. Математическое ожидание произведения и дисперсия суммы независимых случайных величин.
- 7) Определение ковариации, связь между независимостью случайных величин и равенством нулю ковариации.
- 8) Определение коэффициента корреляции. Доказать утверждение:

$$\rho(\xi_1, \xi_2) = 1 \Leftrightarrow \xi_1 = a\xi_2 + b.$$
- 9) Дисперсия случайной величины, имеющей распределение Бернулли, биномиальное распределение.
- 10) Дисперсия случайной величины, имеющей распределение Пуассона.
- 11) Лемма Маркова, неравенство Чебышева, правило "трех σ ".
- 12) Абсолютно непрерывные случайные величины, свойства плотности распределения.

- 13) Равномерное распределение: плотность и функция распределения с графиками. Числовые характеристики.
- 14) Распределение Коши и его особенности.
- 15) Нормальное распределение: плотность и функция распределения с графиками. Смысл параметров распределения.
- 16) Многомерные дискретные случайные величины: определение, совместный закон распределения, одномерные и условные законы распределения.
- 17) Абсолютно непрерывные двумерные величины: двумерная, одномерные и условные плотности распределения
- 18) Плотность двумерного нормального распределения, смысл параметров распределения.
- 19) * Совместная плотность двух независимых нормально распределенных случайных величин. Доказать утверждение: если двумерная случайная величина (ξ_1, ξ_2) имеет нормальное распределение и $\text{cov}(\xi_1, \xi_2) = 0$, то ξ_1, ξ_2 – независимые случайные величины.
- 20) Функции случайных величин, формула для новой плотности распределения.
- 21) Плотность суммы независимых случайных величин.
- 22) Производящие функции: определение, примеры и свойства.
- 23) Производящие функции: вычисление факториальных моментов, примеры.
- 24) Производящие функции суммы независимых случайных величин. Доказательство предельной теоремы Пуассона с использованием производящих функций.
- 25) Определение характеристической функции случайной величины, примеры.
- 26) Характеристическая функция равномерного распределения.
- 27) Характеристическая функция нормального распределения.
- 28) Используя равенство $\varphi_{\xi}^{(k)}(t) \Big|_{t=0} = i^k M\xi^k$, для всех $k \leq n$, $M|\xi^n| < \infty$. Найти центральные моменты случайной величины, распределенной по нормальному закону.
- 29) Доказать, что сумма независимых случайных величин, имеющих нормальное распределение распределена нормально
- 30) Закон больших чисел.
- 31) Центральная предельная теорема.

Часть 3. Элементы математической статистики.

- 1) Понятие выборки, полигоны частот и относительных частот, гистограмма и эмпирическая функция распределения.
- 2) Понятие о статистической оценке параметров, свойства оценок (состоятельность, несмещенность, эффективность).
- 3) Оценка вероятности "успеха" в схеме Бернулли.
- 4) Оптимальность оценки вероятности "успеха" в схеме Бернулли.
- 5) Методы получения точечных оценок.
- 6) Законы распределений выборочных характеристик, используемые при оценке параметров.
- 7) Интервальные оценки параметров распределений: определение, построение доверительного интервала для математического ожидания при известной дисперсии. (Выборка из нормального распределения.)
- 8) Проверка статистических гипотез о параметрах распределения.
- 9) Задача корреляционного анализа.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Самостоятельная работа студента состоит в выполнении заданий типовых расчетов, оформляемых отдельными отчетами и защищаемых студентом. Методические указания и

задания по разделам 1 и 2 можно найти по ссылке: <http://e.lib.vlsu.ru/handle/123456789/1353>; по разделу 3 по ссылке: <http://e.lib.vlsu.ru/handle/123456789/1351>.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Матальцкий, М. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / М. А. Матальцкий, Г. А. Хацкевич - Минск : Выш. шк. , 2017. - 591 с. - ISBN 978-985-06-2855-8.	2017	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850628558.html
2. Чжун, К. Л. Элементарный курс теории вероятностей. Стохастические процессы и финансовая математика / Чжун К. Л. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 458 с. - ISBN 978-5-00101-524-6.	2017	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001015246.html
3. Лагутин, М. Б. Наглядная математическая статистика : учебное пособие / М. Б. Лагутин. — 7-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2019. — 475 с. — ISBN 978-5-00101-642-7.	2019	https://e.lanbook.com/book/116104
Дополнительная литература		
1. Модели в теории вероятностей [Электронный ресурс] / Федоткин М.А. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012	2012	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113847.html
2. Вероятность: В 2-х кн. Кн. 2. [Электронный ресурс] / Ширяев А.Н. - 4-е изд., переработ. и доп. - М.: МЦНМО, 2007.	2007	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940571063.html

6.2. Периодические издания

1. Успехи математических наук, журнал РАН (корпус 3, ауд. 414)

6.3. Интернет-ресурсы

1. <http://window.edu.ru/>
2. <http://www.exponenta.ru/>
3. <http://allmath.com/>

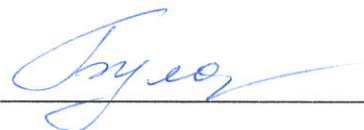
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и практического типа. Практические работы проводятся в лаборатории численных методов (405-3).

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

1. Microsoft Excel
2. Maple

Рабочую программу составила:
к.ф.-м.н., доцент ФАиП Буланкина Л.А. _____



Рецензент (представитель работодателя):
заместитель директора по развитию ООО «Баланс» Кожин А.В. _____



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФАиП
Протокол № 1 от 30.08.2021 года
Заведующий кафедрой ФАиП к.ф.-м.н., доцент Бурков В.Д. _____



Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 02.03.01 «Математика и компьютерные науки»
Протокол № 1 от 30.08.2021 года
Председатель комиссии зав. кафедрой ФАиП Бурков В.Д. _____



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры №____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры №____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры №____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____
