

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Факультет компьютерных систем и информационных технологий
Кафедра прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета компьютерных
систем и информационных технологий

 Кочевский А.А.

« 20 » апреля 2023 г.

ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

по направлению
подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

профиль

«Математическое и программное обеспечение
вычислительных машин и компьютерных сетей»

Квалификация:

бакалавр

Форма обучения:

очная, очно-заочная

Лист согласования программы государственной итоговой аттестации

Программа государственной итоговой аттестации по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика. – 32 с.

Программа государственной итоговой аттестации составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018 года № 9, зарегистрированным в Министерстве юстиции Российской Федерации от 6 февраля 2018 года № 49937 (с изменениями и дополнениями), учебного плана по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (профиль «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и компьютерных сетей») и Положения о Государственной итоговой аттестации в ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля».

СОСТАВИТЕЛИ:

канд. техн. наук, доц., заведующий кафедрой прикладной математики Малый В. В.
канд. техн. наук, доц., профессор кафедры прикладной математики Таращанский М. Т.
канд. физ.-мат. наук, доц., доцент кафедры прикладной математики Щелоков В. С.
канд. техн. наук, доц., доцент кафедры прикладной математики Малый Д. В.

Программа государственной итоговой аттестации утверждена на заседании кафедры прикладной математики
18 апреля 2023 года, протокол № 10

Заведующий кафедрой _____ Малый В. В.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий
19 апреля 2023 года, протокол № 8.

Председатель учебно-методической комиссии факультета _____ Ветрова Н. Н.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
1.1. Цели и задачи государственной итоговой аттестации.....	4
1.2. Перечень компетенций, которые должны быть сформированы у обучающихся в процессе подготовки к государственной итоговой аттестации	5
2. ВИДЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ	6
3. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН	7
3.1. Форма проведения комплексного квалификационного (государственного) экзамена.....	7
3.2. Критерии оценивания комплексного квалификационного (государственного) экзамена.....	9
3.3. Содержание программы комплексного квалификационного (государственного) экзамена.....	10
3.4. Перечень рекомендуемой литературы для подготовки к государственному экзамену	18
4. ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА.....	25
4.1 Цели и задачи выпускной квалификационной работы	25
4.2. Требования к содержанию, объёму и структуре ВКР	26
4.3. Требования к оформлению выпускной квалификационной работы	28
4.4. Порядок подготовки выпускной квалификационной работы и представления ее к предзащите и защите	29
4.5. Критерии оценки выпускной квалификационной работы.....	29
4.6. Примерная тематика выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика	31

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа государственной итоговой аттестации составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата) и учебного плана.

Государственная итоговая аттестация, завершающая освоение основной образовательной программы высшего образования (программы бакалавриата), является итоговой аттестацией обучающихся по программе бакалавриата.

Организация и проведение государственной итоговой аттестации в ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля» определяется:

Федеральным законом от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями);

Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 6 апреля 2021 г. № 245;

Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 29 июня 2015 г. № 636, (с изменениями и дополнениями);

нормативно-методическими документами Министерства науки и высшего образования Российской Федерации;

федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018 года № 9, (с изменениями и дополнениями);

Уставом ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»;

локальными нормативными актами ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

1.1. Цели и задачи государственной итоговой аттестации

Целью государственной итоговой аттестации является установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям Государственного образовательного стандарта высшего образования и основной профессиональной образовательной программы высшего образования (далее – ОПОП ВО) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Государственная итоговая аттестация проводится государственными экзаменационными комиссиями в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися программы бакалавриата соответствующим требованиям государственного образовательного стандарта, выявление подготовленности выпускника к профессиональной деятельности.

К государственной итоговой аттестации допускаются учащиеся, в полном объеме выполнившие учебный план или индивидуальный учебный план по соответствующей программе бакалавриата.

1.2. Перечень компетенций, которые должны быть сформированы у обучающихся в процессе подготовки к государственной итоговой аттестации

В результате освоения программы бакалавриата по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика у выпускника должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать следующими **универсальными компетенциями**:

способностью осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1);

способностью определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений (УК-2);

способностью осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде (УК-3);

способностью осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах) (УК-4);

способностью воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах (УК-5);

способностью управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни (УК-6);

способностью поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (УК-7);

способностью создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов (УК-8);

способностью принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности (УК-9);

способностью формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности (УК-10).

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать следующими **общепрофессиональными компетенциями**:

способностью применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности (ОПК-1);

способностью использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач (ОПК-3);

способностью применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности (ОПК-3);

способностью понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-4);

способностью разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения (ОПК-5).

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать **профессиональными компетенциями**, соответствующими виду (видам) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа бакалавриата:

способностью выполнять научно-исследовательские работы в соответствии с техническим заданием в составе научного коллектива (ПК-1);

способностью проводить обработку и анализ научной и технической информации и результатов исследований (ПК-2);

способностью интегрировать программные модули и компоненты, а также проверять работоспособность выпусков программного продукта (ПК-3);

способностью анализировать требования к программному обеспечению и проектировать программное обеспечение на их основе (ПК-4);

способностью к подготовке, обработке и анализу больших данных (ПК-5).

2. ВИДЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

В соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика в блок «Государственная итоговая аттестация» входит государственный экзамен и процедура защиты выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы).

Государственная аттестация осуществляется государственной экзаменационной комиссией (ГЭК) после завершения обучения на определенном уровне профессионального образования (бакалавриат). ГЭК

оценивает уровень научно-теоретической и практической подготовки студентов, решает вопрос о получении определенного уровня профессионального образования, присвоении соответствующей квалификации и выдаче документа о высшем образовании.

3. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

3.1. Форма проведения комплексного квалификационного (государственного) экзамена

Государственный экзамен проводится в письменной форме в виде письменного выполнения заданий экзаменационного билета. Экзаменационный билет содержит пять заданий по общепрофессиональным и профессионально-ориентированным дисциплинам.

Ниже приводится образец экзаменационного билета для государственного экзамена по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»

Код билета

_____ проф. Рябичев В. Д.

1	1	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН
 ПО ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ И ПРОФЕССИОНАЛЬНО-
 ОРИЕНТИРОВАННЫМ ДИСЦИПЛИНАМ**

Кафедра прикладной математики

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № _____

Задание 1	Установить, что три плоскости $2x - 4y + 5z - 21 = 0$, $x - 3z + 18 = 0$, $6x + y + z - 30 = 0$ имеют общую точку, и вычислить ее координаты.
Задание 2	Известно, что $M\xi(t) = 2t + 1$; $K_x(t, t') = e^{-(t'-t)^2}$; $\eta(t) = \frac{d\xi(t)}{dt}$. Найти мат. ожидание, корреляционную функцию и дисперсию процесса $\eta(t)$.
Задание 3	Решить транспортную задачу методом потенциалов. Для построения исходного опорного плана использовать правило минимальной стоимости. Дано: запасы $a_1 = 210$; $a_2 = 100$; $a_3 = 180$; потребности $b_1 = 180$; $b_2 = 150$; $b_3 = 180$; $b_4 = 100$. Тарифы перевозок единицы груза c_{ij} заданы следующей таблицей (матрицей): $C = \begin{pmatrix} 6 & 5 & 3 & 9 \\ 3 & 4 & 7 & 2 \\ 5 & 2 & 3 & 8 \end{pmatrix}$.
Задание 4	Найти дробно-линейное преобразование, если точки $z_1 = i$, $z_2 = 1$, $z_3 = 1 + i$ переходят соответственно в точки $w_1 = 0$, $w_2 = \infty$, $w_3 = 1$.
Задание 5	Вероятность появления события в каждом из независимых испытаний равна 0,1. Найти, сколько испытаний надо провести, чтобы с вероятностью 0,9544 можно было утверждать, что относительная частота появления события отклонится от его вероятности не более чем на 0,03.

Утверждено на заседании кафедры прикладной математики,
 протокол № _____ от _____ г.

Заведующий кафедрой прикладной математики

доц. Малый В.В.

3.2. Критерии оценивания комплексного квалификационного (государственного) экзамена

Оценивание уровня знаний и умений поступающего осуществляется на основании следующих критериев:

1. Правильность ответов;
2. Степень усвоения программного материала.

Результаты государственного экзамена оцениваются по пятибалльной системе следующим образом:

Уровень подготовки	Требования уровня подготовки согласно критериям оценивания	Число правильно решенных заданий
«отлично»	Оценка «отлично» ставится за ответ, в котором раскрываются все вопросы, включенные в программу. Все теоремы с полными доказательствами, все понятия изложены с различных методических подходов. Выполнены все задания, в которых допускается наличие мелких ошибок.	5
«хорошо»	Оценка «хорошо» ставится за ответ, в котором изложены все понятия, включенные в программу, логически правильно построен ответ, приводятся формулировки теорем и выводы формул, входящих в билетные задания, но в доказательствах и выводах есть ошибки. Выполнены не менее четырех заданий. В решениях допущено не более 25% ошибок.	4
«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» ставится за ответ, в котором излагаются все понятия по программе, приводятся формулировки теорем без доказательств, формулы без вывода. Студент выполнил не менее трёх заданий. В решениях допущено от 25% до 50% ошибок.	3
«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» ставится за ответ, в котором излагаются входящие в программу понятия с ошибками, нет доказательств теорем. Формулировки теорем с ошибками, формулы с недочетами. Студент выполняет не более двух заданий. В решениях более 50% ошибок.	0-2

3.3. Содержание программы комплексного квалификационного (государственного) экзамена

Комплексный квалификационный экзамен по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, согласно учебному плану, включает тематику следующих дисциплин:

математический анализ;
дискретная математика;
алгебра и геометрия;
дифференциальные уравнения;
методы оптимизации;
исследование операций;
теория вероятностей и математическая статистика.

Алгебра и геометрия

1. Исследование и решение систем m линейных уравнений с n неизвестными методом Гаусса.
2. Определители 2-го и 3-го порядка. Метод Крамера решение СЛАР.
3. Перестановки и подстановки. Инверсии, парные и непарные перестановки, их число. Умножение перестановок, циклы. Представление подстановок в виде произведения подстановок и транспозиции.
4. Определение и свойства определителя n -го порядка.
5. Миноры и алгебраические дополнения. Теорема о разложении определителя по строке (или столбцу). Вычисление определителей, теорема Лапласа. Правило Крамера.
6. Алгебра матриц. Линейные операции, их свойства. Умножение прямоугольных матриц. Обратные матрицы. Определитель произведения матриц. Запись и решения системы n линейных уравнений с n неизвестными в матричной форме.
7. Арифметическое n -мерное пространство. Линейные операции и их свойства. Линейная зависимость и независимость векторов.
8. Ранг матрицы. Теорема о ранге матрицы.
9. Векторная алгебра на плоскости и в пространстве. Линейные операции, их свойства. Аффинный базис на плоскости и в трехмерном пространстве. Координаты вектора.
10. Скалярное произведение векторов. Определение и свойства. Выражение скалярного произведения через координаты в ортогональном базисе. Длина вектора. Угол между векторами. Условие ортогональности. Направляющие косинусы вектора.
11. Ориентация двух векторов на плоскости и в трёхмерном пространстве. Векторное произведение векторов, его свойства. Выражение векторного произведения через координаты сомножителей в правом ортогональном базисе.

12. Смешанное произведение векторов, его свойства. Выражение смешанного произведения через координаты сомножителей. Объем параллелепипеда, тетраэдра. Условие компланарности.

13. Уравнение плоскости в пространстве, прямой на плоскости. Разные виды уравнения прямой и плоскости. Взаимное расположение плоскостей. Расстояние от точки до плоскости в пространстве и к прямой на плоскости.

14. Уравнение прямой в пространстве. Канонические и параметрические уравнения. Взаимное расположение прямых и плоскостей. Задачи на прямую и плоскость.

15. Кривые второго порядка. Эллипс. Определение и свойства. Вывод канонического уравнения. Гипербола, определение и свойства. Вывод канонического уравнения.

16. Определение и свойства параболы. Вывод канонического уравнения. Эксцентриситет, фокусы и директрисы кривых второго порядка.

17. Преобразование ортонормированного базиса на плоскости. Приведение уравнения кривой второго порядка к каноническому виду. Классификация кривых второго порядка.

18. Поверхности второго порядка. Классификация поверхностей второго порядка. Канонические уравнения основных типов поверхностей второго порядка (эллипсоиды, гиперболоиды, параболоиды, конус и цилиндры).

19. Целые числа. Делимость, свойства делимости. Простые числа. Основная теорема арифметики. Наибольший общий делитель и наименьшее общее кратное.

20. Построение комплексных чисел. Алгебраическая и тригонометрическая форма комплексного числа. Операции над комплексными числами. Извлечение корня n -ого степени, корня из единицы.

21. Понятие алгебраической операции, группы, подгруппы, алгебры. Изоморфизм и гомоморфизмы. Числовые кольца и поля.

22. Кольцо многочленов над числовым полем. Операции над многочленами, делимость многочленов, теорема о делимости с остатком. Наибольший общий делитель и наименьшее общее кратное многочленов. Алгоритм Евклида.

23. Корень многочлена и деления на линейный двучлен. Схема Горнера. Кратные корни. Отделение кратных множителей многочлена. Разрешимость в радикалах уравнений второй и третьей степени. Формулы Кардано. Дискриминант. Разрешимость уравнения четвертой степени. Неразрешимость уравнений степени $n \geq 5$.

24. Многочлены над полем комплексных чисел. Основная теорема алгебры и следствия из нее, следствие о многочленах над полем действительных чисел. Формулы Виета.

25. Границы корней. Метод Штурма отделение действительных корней многочленов с действительными коэффициентами.

26. Многочлены над полем рациональных чисел. Критерий Эйзенштейна. Рациональные корни многочленов с рациональными коэффициентами.

27. Линейные пространства. Линейная зависимость и независимость векторов. Изоморфизм линейных пространств одинаковой размерности. Конечные пространства. Базис и размерность.

28. Подпространства; подпространства, натянутые на векторы. Пересечение и сумма подпространств, размерность суммы.

29. Линейные операторы. Матрица перехода, матрица линейного оператора в разных базисах. Преобразование координат вектора при изменении базиса.

30. Операции над линейными преобразованиями. Кольцо линейных операторов и кольцо матриц. Их изоморфизм. Собственные векторы и собственные значения.

31. Характеристический многочлен матрицы, характеристический многочлен линейного оператора, его инвариантность относительно базиса.

32. Евклидово пространство. Скалярное произведение. Неровность Коши – Банковского. Длина вектора, угол между векторами. Ортонормальный базис. Процесс ортогонализации. Изоморфизм евклидовых пространств.

33. Ортогональные матрицы и ортогональные преобразования евклидовых пространств. Симметричные преобразования и матрицы.

Дискретная математика

1. Понятие множества. Пустое и универсальное множества. Операции объединения, пересечения, дополнения, их свойства.

2. Декартово произведение множеств, бинарные отношения. Отображение, функции, алгебраические операции. Операции над отношениями, обратное отношение, свойства

3. Отношение эквивалентности. Теорема о разбивке множеств на классы по данному отношению эквивалентности и обратная. Частично упорядоченное множество, изоморфизм. Теорема об изоморфном представлении частично упорядоченного множества в алгебре подмножеств.

4. Определение линейного порядка. Целиком упорядоченное множество. Аксиома индукции и эквивалентные ей утверждения. Определение решетки. Дистрибутивная решетка. Булевы алгебры. Понятие об аксиоматическом построении булевых алгебр. Изоморфное представление булевых алгебр в алгебре подмножеств.

5. Мощность множества. Счётные множества, их свойства. Теорема о мощностях всех подмножеств произвольного множества Сравнения мощностей. Аксиома выбора и эквивалентные ей утверждения.

6. Алгебра высказываний. Логические операции над высказываниями. Таблицы истинности. Формулы алгебры высказываний. Тавтологии, противоречие. Полные системы логических связываний.

7. Совершенные конъюнктивные нормальные формы, дизъюнктивные нормальные формы. Представление функций в таком виде. Представление одних логических операций через другие.

8. Понятие предиката. Одноместные предикаты. Равносильные предикаты. Логические операции над предикатами. Формулы вычисления предикатов.

9. Кванторы. Свободные и связанные переменные. Тавтологии с кванторами. Интерпретация. Непротиворечивость вычисления предикатов I-II порядка.

10. Понятие об аксиоматическом построении вычисления высказываний и предикатов. Аксиомы, формулы, правила вывода. Выводимость формул. Теорема дедукции. Следствия. Теорема Геделя о неполноте.

11. Основные функции алгебры логики, таблицы истинности. Равносильные функции, фиктивные и существенные переменные. Суперпозиция функций.

12. Канонические формы булевых функций. Теорема разложения. Арифметические операции в алгебре логики. Многочлены Жегалкина. Представление произвольной функции многочленом Жегалкина, его единственность.

13. Функционально замкнутые классы. Базис и порядок замкнутого класса. Принцип двойственности.

14. Теорема Поста. Критерий полноты произвольной системы функций. Таблицы Поста. Следствия с теоремы Поста.

15. Понятие об общей теории функционально замкнутых классов.

16. Основные комбинаторные схемы. Правила суммы и произведения. Размещение, перестановки и соединения с повторениями и без повторений.

17. Бином Ньютона. Некоторые свойства соединений. Полиномиальная
20. Основные определения теории графов. Связные графы. Суграфы и подграфы. Изоморфизмы графов. Задачи, которые послужили основой теории графов. Эйлеровы циклы.

21. Цикломатическое число графа. Деревья. База независимых циклов.

22. Плоская реализация графа. Эйлерова характеристика плоского связного графа. Теорема о эйлеровой характеристике плоскости. Теорема Понтрягина-Куратовского.

23. Алгоритмические задачи в графах. Отыскание эйлерова цикла, нахождение кратчайшего пути. Понятие о двудольных графах.

24. Проблема 4-х красок. Понятие о эйлеровой характеристике двумерной замкнутой поверхности. Теорема о пяти красок.

25. Алфавит, состояния. Определение конечного автомата. Автоматы Мура.

26. Эквивалентные автоматы. Морфизмы автоматов. Изоморфизмы автоматов.

27. Проблемы минимизации автоматов. Эквивалентные и k -эквивалентные состояния автоматов. Определение эквивалентных состояний.

28. Алгоритм построения минимального автомата для полностью определенного автомата.

29. Эксперименты по распознаванию автоматов. Понятие о структурном синтезе автоматов. Машина Тьюринга и конечный автомат.

30. Концепция алгоритма. Нормальные алгоритмы Маркова.
31. Машины Поста-Тьюринга. Алгоритмы Поста-Тьюринга.
32. Примитивно рекурсивные и частично рекурсивные функции. Алгоритмы Клини-Черча.
33. Эквивалентность разных определений алгоритма.
34. Примеры конкретных алгоритмов. Алгоритмически неразрешимые проблемы.

Математический анализ

1. Элементы теории множества: понятие множества, пустое множество, действия над множествами, законы двойственности, декартово произведение множества. Отображение множества, прообраз, суперпозиция отображений, обратное отображение. Эквивалентные множества.

2. Аксиомы действительных чисел и следствия из них. Ограниченное и неограниченное множество: верхние и нижние границы множества. Точная верхняя граница, точная нижняя граница. Принцип вложенных отрезков, лемма о покрытии, лемма о предельной точке.

3. Числовые последовательности, граница последовательности. Основные теоремы о сходящихся последовательностях. Бесконечно малые. Критерий Коши сходимости последовательностей. Подпоследовательности. Монотонные последовательности. Теорема Вейерштрасса. Число e .

4. Элементарные функции. Предел функции в точке. Основные теоремы о пределах. Критерий Коши. Односторонние пределы. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Непрерывность функции в точке. Непрерывность элементарных функций. Важные границы.

5. Классификация точек разрыва. Свойства функций непрерывных на отрезке. Непрерывность обратных функций. Равномерная непрерывность. Теорема Кантора.

6. Определение производной. Физическая и геометрическая интерпретация производной. Правила вычисления производных, производная сложной функции. Таблица производных.

7. Дифференцируемость, дифференциал, инвариантность формы дифференциала. Производной высших порядков. Теорема Лейбница. Дифференциалы высших порядков.

8. Понятие экстремума. Теорема Ферма. Теорема Ролля. Теорема Коши. Теорема Лагранжа. Признаки монотонности. Правило Лопиталя.

9. Формула Тейлора. Разные формы остаточного члена в формуле Тейлора. Формулы Маклорена элементарных функций.

10. Достаточные условия экстремума в терминах первой и второй производных. Наибольшее и наименьшее значение функции на отрезке.

11. Выпуклость функции. Точки перегиба. Достаточные условия выпуклости. Асимптоты. Исследование функций и построение их графиков.

12. Векторные функции. Производная и дифференциал вектор-функции. Касательная, нормаль.

13. Первообразная и неопределенный интеграл. Основные свойства. Таблица интегралов. Интегрирование по частям. Интегрирование методом замены переменной.

14. Комплексные числа и действия над ними. Корни многочленов. Разложение многочлена на множители. Рациональные дроби и разложения правильной дроби на простые.

15. Интегрирование рациональных дробей. Метод Остроградского.

16. Интегрирование тригонометрических функций. Интегрирование некоторых иррациональных функций, интегрирование дифференциальных биномов.

17. Интеграл Римана. Интегральные суммы. Верхняя и нижняя суммы и их свойства. Критерии интегрируемости.

18. Классы интегрируемых функций. Свойства определенного интеграла. Теорема о среднем для интеграла Римана.

19. Определенный интеграл как функция верхней границы и его свойства. Формула Ньютона-Лейбница. Интегрирование частями. Замена переменной. Интегрирование вектора-функции.

20. Кривые. Длина кривой. Формула для вычисления длины кривой.

21. Площадь криволинейной трапеции. Площадь криволинейного сектора (в полярных координатах). Объем тела. Объем тела вращения. Площадь поверхности.

22. Статические моменты. Координаты центра тяжести. Несобственные интегралы.

23. Числовые ряды. Сумма ряда, сходимость ряда. Необходимые условия сходимости ряда. Критерий Коши сходимости ряда. Свойства рядов, которые совпадают. Остаток ряда. Свойства остатка.

24. Ряды с положительными членами. Признак сравнения. Признак Коши. Признак Даламбера. Интегральный признак.

25. Ряды с произвольными членами. Признак Лейбница. Оценка остатка ряда Лейбница. Преобразование Абеля. Признак Абеля. Признак Дирихле. Абсолютная сходимость. Свойства рядов, которые совпадают абсолютно. Теорема Римана.

26. Функциональные последовательности и ряды. Равномерная сходимость функциональной последовательности. Критерии равномерной сходимости. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функционального ряда. Признак Абеля и Дирихле равномерной сходимости ряда.

28. Степенные ряды. Основная теорема сходимости степенного ряда. Свойства суммы степенного ряда.

29. Ряд Тейлора. Сходимость ряда Тейлора. Аналитические функции. Разложение элементарных функций в ряд Тейлора-Маклорена. Применение степенных рядов для приближенных вычислений. Формула Стирлинга. Ряд Тейлора.

30. Функции нескольких переменных. n -измеримые пространства. Метрическое свидетельство. Евклидово пространство. Неравенство Коши -

Буныковского. Множества $B \subset E^n$. Окрестности точки. Сходимость последовательности точек $B \subset E^n$. Открытые, замкнутые, связные[^]-связные-линейно-связные множества. Компакты.

31. Отображение $c: E^n \rightarrow E^m$. Линейные отображения. Граница функции нескольких переменных. Непрерывные функции и отображения, их свойства. Свойства функций непрерывных на компакте. Равномерная непрерывность. Теорема Кантора.

32. Частные производные и частные дифференциалы. Дифференцируемость функции в точке. Производная отображения. Дифференциал. Производная сложной функции. Градиент функции. Производная по направлению.

33. Частные производные высших порядков. Производной высших порядков отображений. Дифференциалы высших порядков.

34. Формула Тейлора функции нескольких переменных.

35. Экстремумы функции нескольких переменных. Необходимые условия экстремума. Достаточные условия экстремума.

36. Теорема об обратной функции. неявные функции. Теорема о неявной функции. Дифференцируемость неявной функции.

37. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа. Достаточные условия условного экстремума.

38. Интегралы, зависящие от параметра. Собственные интегралы, зависящие от параметра.

39. Несобственные интегралы, зависящие от параметра. Равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости. Критерий Коши равномерной сходимости. Признаки Абеля и Дирихле. Свойства интегралов, зависящих от параметра. Примеры.

40. Бета и гамма - функции и их основные свойства. Формула Стирлинга.

41. Метрические пространства. Примеры метрических пространств. Открытое и замкнутое множество в метрических пространствах. Фундаментальные последовательности. Полные метрические пространства. Непрерывные отображения в метрических пространствах. Связное множество.

42. Линейные пространства. Линейные операторы в нормированных пространствах. Линейные функционалы. Норма оператора. Скалярное произведение. Теорема Рисса.

43. Ряды Фурье по ортонормальной системе. Коэффициенты Фурье.

44. Тригонометрические ряды Фурье. Лемма Римана. Ядро Дирихле. Признак Дини.

45. Комплексная форма тригонометрических рядов Фурье.

46. Преобразование Фурье и его основные свойства. Примеры. Обратное преобразование Фурье. Интеграл Фурье. Признаки сходимости.

47. Криволинейные интегралы I и II -го рода и их применение.

48. Мера Жордана и ее свойства.

49. Определение кратного интеграла. Существование кратного интеграла. Свойства кратного интеграла.

50. Вычисление кратных интегралов через повторные.

51. Замена переменных в кратных интегралах. Якобиан и его геометрический смысл.

52. Поверхностные интегралы I-го рода. Ориентация поверхности. Поверхностные интегралы II-го рода. Векторное поле. Поток векторного поля.

53. Теоремы Гаусса-Остроградского-Стокса. Дивергенция и ротор векторного поля. Условия независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования.

54. Потенциальные и соленоидальные векторные поля.

Теория вероятностей и математическая статистика

1. Определение вероятности (классическое, частотное, геометрическое).
2. Свойства вероятностей.
3. Условные вероятности, независимые события.
4. Формулы полной вероятности и Байеса.
5. Определение случайной величины.
6. Функция распределения.
7. Числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание и дисперсия.
8. Основные распределения: биномиальный, Пуассона, геометрический, равномерный, показательный, нормальный и их числовые характеристики.
9. Закон больших чисел и центральная предельная теорема.
10. Дискретная цепь Маркова. Классификация состояний дискретной цепи Маркова.
11. Детерминированные и стохастические процессы.
12. Общие принципы моделирования и построение математических моделей.
13. Средства изображения данных, описательная статистика.
14. Типы зависимостей, частотные распределения.
15. Постановка цели и выбор метода исследования. Выборочный метод.
16. Случайность и надежность.
17. Численные характеристики случайных величин.
18. Точечное и интервальное оценивание.
19. Понятие статистических гипотез.
20. Критерии согласования.
21. Основные принципы принятия решений.
22. Проверка статистических гипотезы.

Дифференциальные уравнения

1. Математическое моделирование и дифференциальные уравнения.
2. Задачи, которые приводятся к дифференциальным уравнениям.
3. Основные понятия и геометрическое толкование уравнений $y' = f(x, y)$.
4. Интегрирование дифференциальных уравнений с отделенными и отделяемыми переменными, однородных дифференциальных уравнений

первого порядка и тех, что к ним сводятся. Обобщенное однородное уравнение.

5. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Свойства линейного уравнения и его решений. Методы интегрирования линейных уравнений первого порядка.

6. Уравнения, которые сводятся к линейным.

7. Уравнение в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель и его нахождение.

8. Уравнение первого порядка. не разрешенные относительно производной.

9. Теоремы существования и единственности решение задачи Коши для уравнений решаемых и не решаемых относительно производной.

10. Особые точки дифференциальных уравнений первого порядка и их классификация.

11. Особые решения дифференциальных уравнений первого порядка.

12. Задача о траекториях.

13. Основные понятия, теорема существования и единственности решения задачи Коши для дифференциальных уравнений высших порядков.

14. Некоторые типы дифференциальных уравнений высших порядков. Теория линейных дифференциальных однородных уравнений, которые интегрируются в квадратурах.

15. Понижение порядка дифференциальных уравнений.

16. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков. Теория линейных дифференциальных однородных уравнений.

17. Решения линейных однородных дифференциальных уравнений n-го порядка с постоянными коэффициентами.

18. Линейные неоднородные уравнения. Теорема о виде общего решения. Метод вариации произвольных постоянных.

19. Решения линейных неоднородных дифференциальных уравнений со специальной правой частью.

20. Уравнения, которые приводятся к уравнениям с постоянными коэффициентами.

21. Интегрирование дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов. Уравнение Бесселя.

22. Применение линейных дифференциальных уравнений 2-го порядка к исследованию колебательных процессов.

3.4. Перечень рекомендуемой литературы для подготовки к государственному экзамену

Алгебра и геометрия

Беклемишев Д.В., Курс аналитической геометрии и линейной алгебры : Учеб. для вузов. / Беклемишев Д. В. - 12-е изд., испр. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 312 с. - ISBN 978-5-9221-0979-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL :

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109796.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Ефимов Н.В., Линейная алгебра и многомерная геометрия / Ефимов Н.В., Розендорн Э.Р. - 4-е изд. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 464 с. - ISBN 5-9221-0386-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922103865.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Смирнова Ю.М., Сборник задач по аналитической геометрии и линейной алгебре / Ю.М. Смирнова - М. : Логос, 2017. - 376 с. - ISBN 5-94010-375-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5940103758.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Шафаревич И.Р., Линейная алгебра и геометрия. / Шафаревич И.Р., Ремизов А.О. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 512 с. - ISBN 978-5-9221-1139-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111393.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Александров П. С. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры [Текст] / П. С. Александров. - М. : Наука, 1979. - 512 с.

Бугров Я. С. Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии [Текст] : учебник / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Наука, 1988. - 224 с.

Волков В. А. Аналитическая геометрия и векторная алгебра [Текст] : учеб. пособие / В. А. Волков ; Ленингр. гос. ун-т им. А. А. Жданова. - Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1986. - 189 с.

Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. – М.: Наука, 1966, 576с.

Ефимов Н. В. Краткий курс аналитической геометрии [Текст] : учебник / Н. В. Ефимов. - 12-е изд., стер. - М. : Наука, 1975. - 272 с.

Киркинский А.С., Линейная алгебра и аналитическая геометрия : Учебное пособие / Киркинский А.С. - М.: Академический Проект, 2018. - 258 с. (Gaudeamus) - ISBN 978-5-8291-3039-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785829130398.html> (дата обращения: 02.09.2018). - Режим доступа : по подписке.

Клетеник Д. В. Сборник задач по аналитической геометрии [Текст] : учеб. пособие / Д. В. Клетеник ; под ред. Н. В. Ефимова. - 14-е изд., испр. - М. : Наука, 1986.

Кострикин А. И. Линейная алгебра и геометрия [Текст] : учеб. пособие / А. И. Кострикин, Ю. И. Манин. - М. : Изд-во Моск. ун-та, 1980. - 319 с.

Курош А. Г. Курс высшей алгебры [Текст] : учебник / А. Г. Курош. - 9-е изд. - М. : Наука, 1968. - 432 с.

Сандаков Е.Б. Основы аналитической геометрии и линейной алгебры: учебное пособие. – М.: МИФИ, 2005. – 308с.

Сборник задач по математике для вузов. Ч. 1. Линейная алгебра и основы математического анализа [Текст] : учеб. пособие / под ред.: А. В. Ефимова, Б. П. Демидовича. - М. : Наука, 1981. - 464 с.

Дискретная математика

Белоусов А.И., Дискретная математика : учебник для вузов / А.И. Белоусов, С.Б. Ткачев; под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. - 743 с. (Математика в техническом университете) - ISBN 978-5-7038-3783-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703837832.html> (дата обращения: 01.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Казанский А.А., Дискретная математика. Краткий курс: учебное пособие / Казанский А.А. - М. : Проспект, 2016. - 317 с. - ISBN 978-5-392-19545-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392195459.html> (дата обращения: 01.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Редькин Н.П., Дискретная математика / Редькин Н.П. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 264 с. - ISBN 978-5-9221-1093-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922110938.html> (дата обращения: 01.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Судоплатов С.В., Дискретная математика : учебник / Судоплатов С.В. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. - 280 с. (Серия "Учебники НГТУ") - ISBN 978-5-7782-2820-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778228207.html> (дата обращения: 01.09.2018). - Режим доступа : по подписке.

Васильева А.В., Дискретная математика : учеб. пособие / Васильева А. В. - Красноярск : СФУ, 2016. - 128 с. - ISBN 978-5-7638-3511-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763835113.html> (дата обращения: 01.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Гладков Л.А., Дискретная математика : учебник / Под ред. В.М. Курейчика. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 496 с. - ISBN 978-5-9221-1575-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115759.html> (дата обращения: 01.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Истомин Л. Ф. Графы и сети. Элементы теории, алгоритмы, применение [Текст] : учеб. пособие / Л. Ф. Истомин, В. К. Зайко ; М-во образования и науки Украины, Восточноукр. нац. ун-т им. В. Даля. - Луганск : [Изд-во ВНУ им. В. Даля], 2003. - 187 с.

Истомин Л. Ф. Логические основы систем управления [Текст] : учеб. пособие / Л. Ф. Истомин, В. К. Зайко, С. М. Танченко ; М-во образования и науки Украины, Восточноукр. нац. ун-т им. В. Даля. - Луганск : Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2005. - 322 с.

Коршунов Ю. М. Математические основы кибернетики [Текст] : учеб. пособие / Ю. М. Коршунов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1987. - 496 с.

Новиков Ф. А. Дискретная математика для программистов [Электронный ресурс] : учебное пособ. для студентов вузов, обуч. по направл. подготовки специальности "Информатика и вычислительная техника" / Ф. А. Новиков. - 3-е изд. - СПб. : Питер, 2009. - 384 с.

Плотников А. Д. Дискретная математика [Текст] : учеб. пособие / А. Д. Плотников. - М. : Новое знание, 2005. - 288 с.

Сачков В. Н. Комбинаторные методы дискретной математики [Текст] / В. Н. Сачков. - М. : Наука, 1977. - 319 с.

Яблонский С.В. Введение в дискретную математику [Текст] : учеб. пособие / С. В. Яблонский. - М. : Наука, 1979. - 272 с.

Математический анализ

Максименко В.Н., Курс математического анализа : учебник / Максименко В.Н. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. (Серия "Учебники НГТУ") - ISBN 978-5-7782-2914-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778229143.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Иванова Е.Е., Дифференциальное исчисление функций одного переменного : учебник для вузов / Е.Е. Иванова; под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. - 407 с. (Математика в техническом университете) - ISBN 978-5-7038-4631-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703846315.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Костецкая Г.С., Ряды : учебное пособие / Г.С. Костецкая; Б.Г. Вакулов, С.А. Докучаев – Ростов-на-Дону : Изд-во ЮФУ, 2018. - 170 с. - ISBN 978-5-9275-2873-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927528738.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Пастухов Д.И., Интегральное исчисление функции одной переменной (неопределенный интеграл) : учебное пособие / Пастухов Д.И. - Оренбург: ОГУ, 2017. - 100 с. - ISBN 978-5-7410-1783-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741017838.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Рояк С.Х., Пределы. Сборник задач и упражнений : учебное пособие / Рояк С.Х. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. - 52 с. - ISBN 978-5-7782-3128-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778231283.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Берман Г. Н. Сборник задач по курсу математического анализа. – М. : Наука, 1977.

Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу. – М. : Наука, 1977.

Бегматов А.Х., Математический анализ: учеб. пособие: В 2 ч. / Бегматов А.Х. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. - ISBN 978-5-7782-2927-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778229273.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Газизова Н.Н., Специальный курс по математическому анализу : учебное пособие / Газизова Н. Н., Еникеева С. Р., Никонова Г. А., Никонова Н. В. - Казань : Издательство КНИТУ, 2018. - 116 с. - ISBN 978-5-7882-2418-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788224183.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Недогбченко Г.В., Математический анализ : учебно-методическое пособие / Недогбченко Г.В. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. - 32 с. - ISBN 978-5-7782-3216-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232167.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Дубровин В.Т., Лекции по математическому анализу. Ч.II : учебное пособие / В.Т. Дубровин - Казань : Изд-во Казан. ун-та, 2016. - 140 с. - ISBN 978-5-00019-575-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000195758.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Кудрявцев Л. Д. Математический анализ: т. 1, 2. М. : Высшая школа, 1988.

Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления: т. 1, 2. М. : Наука, 2001.

Теория вероятностей и математическая статистика

Климов Г.П., Теория вероятностей и математическая статистика / Климов Г.П. - 2-е издание, исправленное. - М. : Издательство Московского государственного университета, 2011. - 368 с. - ISBN 978-5-211-05846-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785211058460.html> (дата обращения: 01.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Конспект лекций по дисциплине "Теория вероятностей и математическая статистика" / Сапунцов Н. Е. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2017. - ISBN 978-5-9275-2650-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927526505.html> (дата обращения: 01.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

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 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента"

: [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850628558.html> (дата обращения: 01.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Прохоров Ю.В., Лекции по теории вероятностей и математической статистике : учебник / Прохоров Ю.В., Пономаренко Л.С. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Издательство Московского государственного университета, 2012. - 256 с. (Классический университетский учебник.) - ISBN 978-5-211-06234-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785211062344.html> (дата обращения: 01.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Вентцель Е. С. Теория вероятностей [Текст] / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - М. : Наука, 1969. - 368 с.

Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов / В. Е. Гмурман. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1979. - 400 с.

Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст] : учеб. пособие / В. Е. Гмурман. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1977. - 479 с.

Пожидаев В. Ф. Теория вероятностей в задачах с решениями [Текст] : учеб. пособие / В. Ф. Пожидаев, А. В. Скринникова. - Луганск : Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2004. - 368 с.

Пожидаев В. Ф. Теория вероятностей, математическая статистика, случайные процессы и элементы теории информации [Текст] : учеб. пособие / В. Ф. Пожидаев, А. В. Скринникова ; М-во образования и науки Украины, Восточноукр. нац. ун-и им. В. Даля. - Луганск : Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2006. - 406 с.

Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций [Текст] : учеб. пособие / под ред. А. А. Свешникова. - 2-е изд., доп. - М. : Наука, 1970. - 656 с.

Теория вероятностей и математическая статистика в задачах [Текст] : учеб. пособие / В. А. Ватутин, Г. И. Ивченко, Ю. И. Медведев [и др.]. - 3-е изд., испр. - М. : Дрофа, 2005. - 315 с.

Чистяков В. П. Курс теории вероятностей [Текст] / В. П. Чистяков. - 6-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2003. - 272 с.

Чистяков В. П. Курс теории вероятностей [Текст] : учебник / В. П. Чистяков. - 3-е изд., испр. - М. : Наука, 1987. - 240 с.

Дифференциальные уравнения

Агафонов С.А., Дифференциальные уравнения. Вып. VIII : учеб. для вузов / С.А. Агафонов, А.Д. Герман, Т.В. Муратова - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. - 347 с. (Математика в техническом университете) - ISBN 978-5-7038-3537-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703835371.html> (дата обращения: 01.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Дубровский В.В., Обыкновенные дифференциальные уравнения. Теория и приложения : учеб. пособие / В.В. Дубровский, С.И. Кадченко - М. :

ФЛИНТА, 2015. - 180 с. - ISBN 978-5-9765-2197-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976521971.html> (дата обращения: 01.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Треногин В.А., Обыкновенные дифференциальные уравнения / Треногин В.А. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - ISBN 978-5-9221-1063-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922110631.html> (дата обращения: 01.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Арнольд В. И. Обыкновенные дифференциальные уравнения [Текст] : учеб. пособие / В. И. Арнольд. - 2-е изд., стер. - М. : Наука, 1975. - 239 с.

Бугров Я. С. Дифференциальные и интегральные исчисления [Текст] : учебник / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. - 4-е изд., перераб. и доп. - Ростов н/Д. : Феникс, 1997. - 512 с.

Тихонов А. Н. Дифференциальные уравнения [Текст] : учебник / А. Н. Тихонов, А. Б. Васильева, А. Г. Свешников. - М. : Наука, 1980. - 231 с.

Тихонов А.Н., Дифференциальные уравнения : Учеб. для вузов / Тихонов А.Н., Васильева А.Б., Свешников А. Г. - 4-е изд., - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 256 с. (Курс высшей математики и математической физики. Вып. 6) - ISBN 978-5-9221-0277-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922102773.html> (дата обращения: 01.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Федорюк М. В. Обыкновенные дифференциальные уравнения [Текст] : учеб. пособие / М. В. Федорюк. - М. : Наука, 1980. - 352 с.

Швед О. П. Дифференциальные уравнения. Ч. 1 [Текст] : учеб. пособие / О. П. Швед. - Луганск : Изд-во ВУГУ, 2000. - 259 с.

Швед О. П. Дифференциальные уравнения. Ч. 2 [Текст] : учеб. пособие / О. П. Швед. - Луганск : Изд-во ВУГУ, 2000. - 241 с.

4. ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

4.1 Цели и задачи выпускной квалификационной работы

Одним из видов государственных итоговых испытаний является защита выпускной квалификационной работы (далее – ВКР), которая является обязательной составляющей государственной итоговой аттестации. ВКР является квалификационным исследованием выпускника по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, отражающим сформированность компетенций, установленных в качестве результата освоения основной профессиональной образовательной программы. На основании защиты ВКР при условии успешной сдачи обучающимся государственного экзамена Государственная экзаменационная комиссия выносит решение о присуждении квалификации «бакалавр» по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика и о выдаче диплома о высшем образовании и квалификации государственного образца.

Выпускная квалификационная работа является самостоятельным законченным научно-практическим исследованием, которое позволяет установить квалификационный уровень знаний, умений и навыков выпускника, демонстрирует его уровень подготовленности к самостоятельной профессиональной деятельности.

Цель выпускной квалификационной работы.

Цель выпускной квалификационной работы состоит в углублении, расширении и закреплении приобретенных в процессе обучения теоретических знаний студентами, обучающихся по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, выявление степени готовности студентов к самостоятельному решению конкретных прикладных задач.

Задачи выпускной квалификационной работы.

Задачами выпускной квалификационной работы являются:

- теоретическое обоснование избранной темы ВКР;
- развитие навыков самостоятельной работы, полученных в период обучения, проведения научного исследования по теме;
- закрепление, расширение и использование предметно-профессиональных знаний, умений и навыков;
- закрепление умений систематизировать и анализировать литературные материалы, собственное исследование и определять пути использования в науке и практике;
- обобщение комплекса знаний, полученных за время обучения в университете.

Характеристика выпускной квалификационной работы.

Выпускная квалификационная работа должна:

носить поисковый характер, содержать общетеоретические положения, актуальные информационные и статистические данные, базироваться на действующих нормативно-правовых актах;

иметь практическую направленность в соответствии с направлением подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика;

отвечать требованиям логичного и четкого изложения материала, доказательности и достоверности фактов, последовательного изложения информации, внутреннего единства и согласованности материала;

отражать умение обучающегося пользоваться рациональными приемами поиска, отбора, обработки и систематизации информации;

отражать актуальность выбранной темы, ее теоретическую и практическую значимость, достаточную разработанность;

содержать совокупность аргументированных положений и выводов;

быть правильно оформленной.

4.2. Требования к содержанию, объёму и структуре ВКР

При подготовке ВКР следует руководствоваться Положением о бакалаврской работе в ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля».

Структура выпускной квалификационной работы.

Структура выпускной квалификационной работы включает в себя: титульный лист, задание на выполнение ВКР, содержание, введение, основную часть с разбивкой на разделы и подразделы, заключение, список использованной литературы. При необходимости в ВКР могут быть включены дополнительные материалы, оформленные в виде приложения.

Требования к выпускной квалификационной работе.

ВКР должна отвечать следующим основным требованиям:

отражать новизну и актуальность рассматриваемой проблемы, ее теоретических и практических аспектов;

содержать научный аппарат исследования (определение его объекта и предмета, формулировку цели и задач, теоретической и практической значимости работы);

базироваться на общих и специальных методах исследования, таких, как сбор и обобщение информации, анализ, синтез, обобщение, систематизация, структурирование и др.;

содержать анализ исследуемой проблемы; проверку и уточнение научно принятых положений;

характеризоваться внутренней целостностью, логичностью и аргументированностью изложения материала;

отражать процесс и результаты самостоятельного научного исследования;

содержать практические рекомендации и предложения по применению положений и выводов исследования, их обоснование.

Логико-композиционная структура выпускной квалификационной работы.

В ВКР должна выдерживаться следующая логико-композиционная структура исследования:

первый (титульный) лист ВКР отражает информацию об Университете, авторе, наименовании направления подготовки, научном руководителе и, возможно, другие сведения;

на втором листе ВКР размещается лист заданий;

на третьем листе ВКР размещается «Содержание», с указанием номеров страниц, с которых начинается каждый раздел и подраздел;

список сокращений (подается при необходимости) представляет собой перечень использованных в работе аббревиатур и сокращений с их полной расшифровкой в алфавитном порядке.

Рекомендуемая структура содержательной части ВКР: введение, три раздела с двумя, тремя подразделами в каждом, выводы и приложения.

Введение. Содержит в сжатой форме все основные положения, обоснованию которых посвящена работа. Во введении дается общая характеристика работы в следующей последовательности:

актуальность темы;

степень ее разработанности;

объект и предмет исследования;

цель и задачи исследования.

Желательно во введении раскрыть актуальность темы, цель и задачи исследования, степень освещения темы в литературе с указанием ученых и их основных научных исследований, описание использованных методов исследования и обработки данных, практическая и теоретическая значимость работы; структура ВКР (объем введения до 5 страниц);

Основную часть необходимо распределять по разделам и подразделам в соответствии с поставленными задачами. Содержание разделов и подразделов должно отвечать их названиям, раскрывать содержание ВКР, заключать в себе сравнительный анализ, постановку проблем и обоснованные предложения по их разрешению.

В первом разделе освещаются основные концептуальные теоретические положения, излагается сущность и современное состояние исследуемой проблемы, рассматриваются различные подходы к ее решению, дается их критическая оценка, приводится анализ существующих литературных источников по указанной проблеме.

Второй раздел, как правило, включает в себя изложение теоретических аспектов решаемой проблемы, математическую постановку задачи исследования, а также построение математических моделей систем и процессов, связанных с решением поставленной задачи.

Третий раздел посвящается разработке и анализу методов решения задачи на базе предложенных моделей с предоставлением алгоритмов и контрольного примера их практической реализации на компьютере, а также

некоторым практическим аспектам решения исследуемой проблемы в виде решения конкретных прикладных задач.

Заключение. Подводятся итоги и делаются выводы, включающие сравнительную характеристику предлагаемых методов и алгоритмов; научную значимость полученных результатов; практическое значение полученных результатов; апробацию полученных результатов и рекомендации по их использованию.

В выводах обязательно указывается степень достижения цели и решения поставленных задач, формулируются основные выводы по результатам работы над темой ВКР; отмечается их теоретическая и практическая значимость, возможность внедрения результатов работы; намечаются перспективы дальнейшего исследования проблемы. В заключении должны быть помещены основные выводы по теории вопроса, по проведенному анализу и всем предполагаемым направлениям совершенствования работы по проблеме с оценкой их эффективности по конкретному объекту исследования. Объем заключения должен составлять до 3-х страниц;

Список использованной литературы.

Библиографический список – составная часть библиографического аппарата, который содержит библиографическое описание использованных источников и помещается в конце квалификационной работы. Рекомендуются следующие варианты заглавия списка: «список использованной литературы», «список использованных источников и литературы», «библиографический список», «библиография». Список использованной литературы должен содержать не менее 40 наименований, в том числе порядка 15 библиографических источников последних 5–10 лет издания, оформленный в соответствии с требованиями ГОСТ 7.05-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления»;

Приложения. Приложения включают материалы первичных эмпирических данных, результаты их статистической обработки, представленные в виде проектов или образцов документов, материалов практики, инструкции и методики, статистических и социологических анализов и обзоров, таблиц, графиков, схем, рисунков, иллюстраций вспомогательного характера и т.п. Приложения нумеруются арабскими цифрами.

4.3. Требования к оформлению выпускной квалификационной работы

Объем основного текста бакалаврской работы составляет 40–60 страниц. В него не входят приложения, список использованной литературы. Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, но не занимающие целый лист, включают в общую нумерацию страниц. Номера страниц на титульном листе и оглавлении не проставляются.

Текст ВКР выполняется на стандартных листах белой бумаги формата А4, кегль 14, шрифт Times New Roman, межстрочный интервал 1,5; ширина полей: верхнее 2 см, левое 3 см, правое 1 см, нижнее 2 см; абзацный отступ 1,25. Нумерация страниц производится вверху справа. Страницы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по тексту работы. Текст печатается без переносов.

4.4. Порядок подготовки выпускной квалификационной работы и представления ее к предзащите и защите

С целью подготовки ВКР обучающиеся проходят преддипломную практику.

Подготовленная к защите рукопись ВКР должна быть представлена для обсуждения на выпускающую кафедру не позднее, чем за месяц до установленного срока защиты. Не менее, чем за две недели до начала ГИА, студенту назначается предзащита. Научный руководитель оформляет отзыв, в котором рекомендует или не рекомендует ВКР к допуску к предзащите и защите.

Прошитая и покрытая твердой обложкой ВКР подписывается обучающимся, научным руководителем и вместе с приложенными к ней отзывом научного руководителя, рецензией, электронным носителем (CD диск или USB-флеш-накопитель для хранения) сдается на выпускающую кафедру секретарю ГЭК.

Заведующий кафедрой на основании предзащиты и представленных материалов решает вопрос о допуске ВКР к защите, о чем делает соответствующую надпись на титульном листе.

К защите ВКР допускается студент, успешно завершивший освоение ОПОП по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, прошедший преддипломную практику и получивший удовлетворительную оценку на государственном экзамене. Обучающийся, получивший неудовлетворительную оценку по государственному экзамену, не допускается к защите выпускной квалификационной работы и подлежит отчислению из Университета.

4.5. Критерии оценки выпускной квалификационной работы

1. Оценка «отлично» выставляется в случае, если ВКР:
 - содержит грамотно изложенные теоретические положения;
 - носит практический или творческий характер;
 - отличается определенной новизной;
 - содержит грамотно изложенные теоретические положения и критический разбор практического опыта по исследуемой теме;
 - выполнена на основе изучения широкого круга научной, научно-методической и иной литературы;

характеризуется логичным, последовательным изложением материала с соответствующими самостоятельными выводами;

имеет положительные отзывы научного руководителя и рецензента;

имеет высокую долю оригинальности;

надлежащим образом оформлена (орфография, аккуратность, правильность оформления сносок, списка литературы);

ВКР по всем этапам выполнена в срок.

В процессе защиты работы обучающийся показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, владеет профессиональной терминологией, во время доклада использует иллюстративный или раздаточный материал, свободно отвечает на поставленные вопросы, демонстрирует достаточный уровень владения ораторской речью.

2. Оценка «хорошо» выставляется в случае, если ВКР:

в целом содержит грамотно изложенные теоретические положения, но без глубокого творческого обоснования;

носит практический характер;

выполнена на основе изучения достаточного объема научной, научно-методической и иной литературы;

характеризуется логичным, последовательным изложением материала с соответствующими самостоятельными выводами;

имеет некоторые неточности при освещении вопросов темы;

имеет положительные отзывы научного руководителя и рецензента;

имеет достаточную долю оригинальности;

надлежащим образом оформлена (орфография, аккуратность, правильность оформления сносок, списка литературы);

ВКР по всем этапам выполнена в срок.

В ходе защиты работы обучающийся показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, отвечает на поставленные вопросы, однако дает неполные ответы на вопросы членов ГЭК.

3. Оценка «удовлетворительно» выставляется в случаях, когда:

исследуемая проблема с точки зрения теоретического освещения раскрыта в основном правильно;

в работе не использован весь необходимый для освещения темы научный материал;

базируется на практическом материале, но отличается поверхностным анализом практического опыта по исследуемой проблеме;

характеризуется непоследовательным изложением материала и необоснованными предложениями;

в отзывах научного руководителя и рецензента имеются замечания по содержанию работы и примененным методам исследования;

имеет малую долю оригинальности.

При защите ВКР обучающийся проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не дает полного, аргументированного ответа на заданные вопросы.

4. Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случаях, когда:
 работа содержит существенные теоретические ошибки или
 поверхностную аргументацию основных положений;
 не содержит анализа практического опыта по исследуемой проблеме;
 носит откровенно компилятивный характер;
 не имеет выводов, либо они носят декларативный характер;
 в отзывах научного руководителя и рецензента имеются существенные замечания;
 не содержит оригинальных положений, выводов.

В ходе защиты работы обучающийся затрудняется отвечать на поставленные вопросы, показывает слабые поверхностные знания по исследуемой теме, при ответе допускает существенные ошибки.

4.6. Примерная тематика выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

1	Применение имитационного моделирования к сравнению методов оценивания и анализу их точности
2	Разработка и исследование эффективных методов решения прикладных задач минимаксного типа
3	Использование нечёткого многокритериального анализа для моделирования транспортных потоков
4	Картографическая генерализация линейных объектов путем применения фрактальной и вычислительной геометрии
5	Распознавание плоских геометрических объектов с помощью аппроксимирующих сплайнов
6	Информационно-аналитическое обеспечение прикладных транспортных задач сетевого типа
7	Распознавание математических символов в неотредактируемых форматах средствами искусственных нейронных сетей для дальнейшего редактирования
8	Качественный анализ решения параметрических задач квадратичного программирования
9	Моделирование и алгоритмизация процессов потокораспределения в инженерных сетях
10	Использование нейронных сетей в задачах распознавания образов
11	Улучшение работы коммерческого банка путём оптимизации оценок его кредитной политики
12	Моделирование и алгоритмизация процессов управления разветвленными транспортными потоками
13	Разработка и исследование эффективных методов решения параметрических задач целочисленной линейной оптимизации

14	Разработка математического и программного обеспечения для решения задачи аппроксимации бикубическими сплайнами
15	Анализ стойкости оптимальных решений параметрических задач квадратичного программирования
16	Исследование возможностей и выбор оптимальных алгоритмов поиска экстремумов некоторых классов дифференцируемых функций
17	Применение методов недифференциальной оптимизации для решения задач распознавания образов
18	Математическое моделирование и оптимизация процессов обработки информации при групповом принятии решений
19	Разработка и исследование прикладных методов принятия решений в условиях нечёткой информации
20	Планирование деятельности промышленных предприятий с использованием минимаксных методов дискретной оптимизации
21	Асимптотические методы в теории линейных дифференциальных уравнений
22	Геометрические и физические приложения кратных интегралов
23	Моделирование случайных процессов
24	Непараметрические методы статистики
25	Математический анализ матричных игр на множествах связанных стратегий
26	Построение математических моделей экономических процессов методами регрессионного анализа
27	Применение методов динамического программирования для решения практических задач
28	Методы прогнозирования и их применение в демографических процессах
29	Системный анализ интервальных данных в инвестиционном менеджменте
30	Системный анализ экономической ситуации предприятия с целью его финансового оздоровления