Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
Среднерусский институт управления - филиал
ФАКУЛЬТЕТ «Технологии, товароведение и сервис»
КАФЕДРА «Математика и информационные технологии»

Щеголев Александр Владимирович

Подписан: Щеголев Александр Владимирович
DN: C=RU, S=Орловская область, T=исполняющий обязанности директора, OU="СРЕДНЕРУССКИЙ ИНСТИТУТ УПРАВЛЕНИЯ - ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ""РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ""", O="ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ""РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ""", СНИЛС=13950729986, ИНН=575208091607, E=it@orel.ranepa.ru, G=Александр Владимирович, SN=Щеголев, CN=Щеголев Александр Владимирович
Основание: я подтверждаю этот документ своей удостоверяющей подписью
Местоположение: Среднерусский институт управления

УТВЕРЖДЕНО
Директор Среднерусского института управления – филиала РАНХиГС
Меркулов П.А.

ПРОГРАММА БАКАЛАВРИАТА

Технология продукции и организация общественного питания

(наименование образовательной программы)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ,
реализуемой без применения электронного (онлайн) курса

Б1.О.08 МАТЕМАТИКА

(код и наименование РПД)

19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Очная, заочная

(форма (формы) обучения)

Год набора: 2023

Автор-составитель:

Кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры «Математика и информационные технологии» Л.И. Шмаркова

И.о. заведующего кафедрой «Математика и информационные технологии»
доктор экономических наук, профессор Л.И. Малявкина

РПД Б1.О.08 «Математика» одобрена на заседании кафедры «Математика и информационные технологии».
Протокол № 1 от 26 августа 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы…….. 4
2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы..…… 4
3. Содержание и структура дисциплины……. 5
4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся…….……... 8
5. Оценочные материалы промежуточной аттестации по дисциплине…… 16
6. Методические указания для освоения дисциплины…… 25
7. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет ……..…… 26
8. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы…….. 27

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. Дисциплина Б1.О.08 Математика обеспечивает овладение следующими компетенциями:

Код компетенции	Наименование компетенции	ОПК-2	Наименование компонента компетенции
ОПК-2	Способен применять основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1	Применяет математические методы и осуществляет математическую обработку данных, полученных в ходе разработки продукции общественного питания, а также экспертизы качества сырья и готовой продукции

1.2. В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

ОТФ/ТФ (при наличии профстандарта)/ трудовые или профессиональные действия	Код компонента компетенции	Результаты обучения
	ОПК-2.1	на уровне знаний: - роль и методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;
		на уровне умений: - выбор и применение методов математического анализа и моделирования при проведении теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;
		на уровне навыков: использование математических методов для анализа и систематизации информации по теме исследования в профессиональной деятельности.

2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО

Объем дисциплины

Общий объем дисциплины в 6 з.е.

Количество академических/астрономических часов, выделенных на контактную работу по очной форме обучения – 88 (в т.ч. лекц. – 36 ч., практ. – 52 ч.); на самостоятельную работу обучающихся – 101 час.

Количество академических/астрономических часов, выделенных на контактную работу по заочной форме обучения – 20 (в т.ч. лекц. – 8 ч., практ. – 12 ч.); на самостоятельную работу обучающихся – 178 час.

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана образовательной программы.

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 и 2 семестрах.

Освоение дисциплины опирается на объем знаний по математике в рамках общеобразовательной школьной программы.

Форма аттестации для очной формы: зачет, экзамен.

Форма аттестации для заочной формы: экзамен, экзамен.

3. Содержание и структура дисциплины

3.1 Структура дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.						Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточной аттестации**
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СРО	
			Л/ДОТ	ЛР/ДОТ	ПЗ/ДОТ	КСР		
Тема 1	Элементы теории множеств.	8	2		4		2	О1
Тема 2	Линейная алгебра	14	4		4		6	О2, КР2
Тема 3	Векторная алгебра	14	4		4		6	О3, Т3, КР3
Тема 4	Элементы аналитической геометрии	18	4		6		8	О4, КР4
Тема 5	Функция	4	2				2	О5
Тема 6	Теория пределов	13	2		4		7	О6
Тема 7	Дифференциальное исчисление функций одной переменной	18	2		4		12	О7, КР7
Тема 8	Функции нескольких переменных	22	4		4		14	О8
Тема 9	Элементы теории функций комплексного переменного	14	2		4		8	О9
Тема 10	Элементы интегрального исчисления	24	4		6		14	О10, КР10
Тема 11	Обыкновенные дифференциальные уравнения	24	4		6		14	О11, КР11
Тема 12	Числовые ряды	16	2		6		8	О12, КР12
Промежуточная аттестация		-/27						Зач./экз.
Всего:		**216**	**36**		**52**		**101**	

Примечание:

** – формы текущего контроля успеваемости: опрос (О), тестирование(Т),контрольная работа (КР).*

*** - формы промежуточной аттестации: экзамен (Экз).*

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.						Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточной аттестации**
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СРО	
			Л/ДОТ	ЛР/ДОТ	ПЗ/ДОТ	КСР		
Тема 1	Элементы теории множеств.	13	-/-	-/-	-/-		13	О1
Тема 2	Линейная алгебра	15	-/-	-/-	-/-		15	О2, КР2
Тема 3	Векторная алгебра	21	2-/	-/-	4/-		15	О3, Т3, КР3
Тема 4	Элементы	15	-/-	-/-	-/-		15	О4, КР4

	аналитической геометрии							
Тема 5	Функция	15	-/-	-/-	-/-		15	О5
Тема 6	Теория пределов	15	-/-	-/-	-/-		15	О6
Тема 7	Дифференциальное исчисление функций одной переменной	21	2/-	-/-	4/-		15	О7, КР7
Тема 8	Функции нескольких переменных	15	-/-	-/-	-/-		15	О8
Тема 9	Элементы теории функций комплексного переменного	15	-/-	-/-	-/-		15	О9
Тема 10	Элементы интегрального исчисления	21	2/-	-/-	4/-		15	О10, КР10
Тема 11	Обыкновенные дифференциальные уравнения	21	2/-	-/-	4/-		15	О11, КР11
Тема 12	Числовые ряды	15	-/-	-/-	-/-		15	О12, КР12
Промежуточная аттестация		18						Экз., экз.
Всего:		**216**	**8**		**12**		**178**	

3.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Элементы теории множеств.

Множества. Примеры. Способы задания. Операции над множествами. Отображения множеств. Мощность множества.

Тема 2. Линейная алгебра.

Понятие матрицы, ее виды. Алгебраические операции над матрицами и их свойства, элементарные преобразования матриц, эквивалентные матрицы. Определители и их свойства. Минор и алгебраическое дополнение. Методы вычисления определителей. Обратная матрица и ее нахождение. Вырожденность квадратной матрицы. Ранг матрицы.

Понятие системы линейных уравнений и ее решения. Решение системы n линейных уравнений с n неизвестными по правилу Крамера, матричным методом, методом исключения неизвестных (методом Гаусса). Анализ и решение системы m линейных уравнений с n неизвестными. Теорема Кронекера – Капелли. Однородные системы линейных уравнений. Фундаментальная система решений.

Модель В. Леонтьева многоотраслевой экономики: описание и смысл (балансовый анализ). Линейная модель обмена (модель международной торговли).

Тема 3. Векторная алгебра

Скалярные и векторные величины. Понятие вектора. Виды векторов. n – мерные векторы, линейные операции над векторами. Операции над векторами. Векторное пространство. Разложение векторов по направлениям. Линейная независимость и зависимость векторов. Размерность и базис векторного пространства, разложение вектора по базису. Понятие координат вектора. Ортонормированный базис. Афинная система координат. Скалярное, векторное, смешанное произведения векторов: определение, свойства, геометрический смысл. Условия ортогональности, коллинеарности, компланарности векторов.

Тема 4. Элементы аналитической геометрии

Предмет и задачи аналитической геометрии. Прямая на плоскости (общее уравнение прямой,

уравнения прямой: с угловым коэффициентом, проходящей через две заданные точки, проходящей через данную точку в заданном направлении, в отрезках, нормальное). Особенности расположения прямой относительно прямоугольной декартовой системы координат. Расстояние от точки до прямой. Взаимное расположение прямых на плоскости. Пучок прямых.

Понятия поверхности и линии в пространстве. Плоскость в пространстве. Основные виды уравнения плоскости в пространстве. Взаимное расположение двух плоскостей. Прямая линия в пространстве. Взаимное расположение прямых, прямой и плоскости в пространстве.

Тема 5. Функция

Понятие функции. Область определения, множество значений. Понятие сложной функции. Арифметические действия над функциями. Способы задания функции. Примеры использования функций. Функции монотонные, четные, нечетные, периодические, ограниченные и неограниченные. Основные элементарные функции. Классификация функций.

Тема 6. Теория пределов

Понятие числовой последовательности и ее предела. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности. Свойства сходящихся последовательностей. Существование предела ограниченной монотонной последовательности. Число е. Предел функции. Свойства функций, имеющих предел. Замечательные пределы. Бесконечно малые и бесконечно большие функции и их сравнение. Непрерывность функции. Свойства функций, непрерывных в точке и на отрезке. Понятие равномерной непрерывности.

Тема 7. Дифференциальное исчисление функций одной переменной

Задача вычисления скорости. Понятие производной. Понятие дифференцируемости функции в точке. Геометрический смысл производной. Уравнение касательной и нормали к графику дифференцируемой функции. Правила дифференцирования. Производные элементарных функций. Производная обратной функции. Производная сложной функции. Логарифмическая производная. Понятие дифференциала. Свойство инвариантности формы дифференциала первого порядка. Производные и дифференциалы высших порядков. Дифференцирование функции, заданной параметрически. Основные теоремы о дифференцируемых функциях. Применение производной к нахождению пределов. Правило Лопиталя. Формула Тейлора. Использование понятия производной в экономике.

Условие монотонности функции на числовом промежутке. Необходимое и достаточное условия экстремума функции в точке. Наибольшее и наименьшее значения функции на отрезке. Выпуклые функции. Точки перегиба. Асимптоты графика функции. Полная схема общего исследования функции и построение ее графика.

Эластичность функции. Определение эластичности. Геометрическая интерпретация. Свойства эластичности. Эластичность элементарных функций.

Тема 8. Функции нескольких переменных

Понятие действительной функции n действительных переменных. График функции двух действительных переменных. Линии и поверхности уровня. Понятие скалярного поля. Предел функции нескольких переменных. Непрерывность функции нескольких переменных. Полное и частное приращение функции нескольких переменных. Дифференцируемость функции нескольких переменных. Частные производные функции нескольких переменных. Производная по направлению. Градиент. Понятие дифференцируемости функции n действительных переменных в точке. Необходимые и достаточные условия дифференцируемости. Дифференциал функции нескольких переменных. Правила дифференцирования сложной функции. Инвариантность формы дифференциала первого порядка.

Дифференцирование функций, заданных неявно. Касательная плоскость. Геометрический смысл дифференциала. Частные производные высших порядков. Независимость результата от порядка дифференцирования. Дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора для функции

нескольких переменных.

Исследование функции нескольких переменных. Экстремумы функции нескольких переменных. Условный экстремум функции нескольких переменных. Наибольшее и наименьшее значения функции нескольких переменных в замкнутом ограниченном множестве.

Приложения анализа функции двух переменных к задачам экономики. Производственная функция. Изокванты. Эластичность выпуска по труду и капиталу. Эластичность производства. Функция полезности. Кривые безразличия. Особенности производственной функции Кобба-Дугласа.

Тема 9. Элементы теории функций комплексного переменного

Комплексные числа, формы их представления. Алгебраические действия ад комплексными числами. Формула Муавра. Понятие функции комплексного переменного. Формула Эйлера, ее применение.

Тема 10. Элементы интегрального исчисления

Первообразная функция. Неопределенный интеграл. Основные свойства неопределенного интеграла. Таблица основных интегралов. Интегрирование подстановкой или заменой переменной. Интегрирование по частям. Интегрирование рациональных функций. Разложение рациональной дроби на простейшие. Интегрирование простейших рациональных дробей. Некоторые классы интегрируемых функций: интегрирование иррациональных тригонометрических выражений, интегрирование выражений $R(e^x)$.

Задачи, приводящие к понятию определенного интеграла. Основные свойства определенного интеграла. Интеграл с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной в определенном интеграле. Интегрирование по частям в определенном интеграле. Приложения определенного интеграла. Общая схема применения определенного интеграла.

Несобственные интегралы I и II рода и их свойства. Достаточные признаки сходимости несобственных интегралов I рода для неотрицательных функций. Формулы Ньютона-Лейбница, замена переменной, интегрирование по частям.

Тема 11. Обыкновенные дифференциальные уравнения

Понятие дифференциального уравнения и его решения. Общее и частное решение дифференциального уравнения. Интегральные кривые, начальные условия. Поле направлений дифференциальных уравнений первого порядка. Задача Коши. Начальные условия. Теорема о существовании и единственности решения задачи Коши.

Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнения с разделяющимися переменными. Уравнения, приводящиеся к уравнениям с разделяющимися переменными. Уравнение Бернулли. Уравнения в полных дифференциалах. Задачи, приводящие к понятию дифференциального уравнения 1-го порядка. Дифференциальные уравнения высших порядков

Дифференциальные уравнения высших порядков. Основные понятия. Уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка. Линейные однородные дифференциальные уравнения n-го порядка. Свойства их решений. Понятие линейно-зависимых и линейно-независимых функций. Условие линейной зависимости. Фундаментальная система решений дифференциальных уравнений. Общее решение.

Линейные однородные и неоднородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Структура общего решения неоднородного уравнения. Метод вариации произвольных постоянных. Линейные однородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Линейные однородные дифференциальные уравнения 2-го порядка с постоянными коэффициентами. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения 2-го порядка с постоянными коэффициентами. Структура общего решения неоднородного уравнения. Метод определения частных решений по виду правой части неоднородного уравнения. Дифференциальные уравнения n-го порядка с постоянными коэффициентами.

Применение дифференциальных уравнений в описании процессов в природе и экономике.

Тема 12. Числовые ряды

Понятие числового ряда. Сходящиеся и расходящиеся ряды. Основные свойства сходящихся рядов. Необходимый и достаточный признаки сходимости числовых рядов. Признаки сходимости знакоположительных рядов. Знакочередующиеся ряды. Признак Лейбница. Абсолютная и условная сходимость ряда. Понятие степенного ряда. Теорема Абеля. Интервал и радиус сходимости степенного ряда. Разложение функций в степенные ряды. Применение степенных рядов в экономике.

4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

4.1. В ходе реализации дисциплины Б1.О.05 Математика используются следующие **методы текущего контроля успеваемости** обучающихся:

Тема и/или раздел		Методы текущего контроля успеваемости
Тема 1	Элементы теории множеств	Опрос
Тема 2	Линейная алгебра	Опрос, решение ситуационных задач, контрольная работа
Тема 3	Векторная алгебра	Опрос, тестирование, контрольная работа
Тема 4	Элементы аналитической геометрии	Опрос, решение ситуационных задач, контрольная работа
Тема 5	Функция	Опрос
Тема 6	Теория пределов	Опрос, решение ситуационных задач
Тема 7	Дифференциальное исчисление функций одной переменной	Опрос, решение ситуационных задач, контрольная работа
Тема 8	Функции нескольких переменных	Опрос, решение ситуационных задач
Тема 9	Элементы теории функций комплексного переменного	Опрос, решение ситуационных задач
Тема 10	Элементы интегрального исчисления	Опрос, решение ситуационных задач, контрольная работа
Тема 11	Обыкновенные дифференциальные уравнения	Опрос, решение ситуационных задач, контрольная работа
Тема 12	Числовые ряды	Опрос, решение ситуационных задач, контрольная работа

4.2. Типовые материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Типовые вопросы для подготовки к опросу:

Тема 1. Элементы теории множеств.

1. Понятие множества. Примеры.
2. Способы задания множеств.
3. Операции над множествами.
4. Отображения множеств.
5. Мощность множества.
6. Понятие действительного числа.

Тема 2. Линейная алгебра.

1. Понятие матрицы. Виды матриц.
2. Транспонирование матрицы.

3. Алгебраические операции над матрицами (сложение, умножение матриц, умножение матрицы на число).
4. Определитель квадратной матрицы и его свойства.
5. Методы вычисления определителей второго и третьего порядка.
6. Минор и алгебраическое дополнение элемента квадратной матрицы.
7. Вычисление определителя *n*-го порядка.
8. Присоединенная матрица.
9. Обратная матрица и условие ее существования. Алгоритм нахождения обратной матрицы.
10. Понятие системы линейных уравнений и ее решения.
11. Свойства систем линейных уравнений (однородность, эквивалентность, совместимость, определенность).
12. Решение системы *n* линейных уравнений с *n* неизвестными по правилу Крамера.
13. Матричный способ решения системы n линейных уравнений с n неизвестными.
14. Элементарные преобразования систем линейных уравнений.
15. Решение системы n линейных уравнений с n неизвестными методом исключения неизвестных.
16. Понятия основной и расширенной матриц системы. Ранг системы.
17. Исследование системы m линейных уравнений с n неизвестными с помощью теоремы Кронекера-Капелли.
18. Модель В. Леонтьева многоотраслевой экономики.
19. Матрица прямых затрат.
20. Продуктивность матрицы прямых затрат.
21. Использование модели В. Леонтьева в целях планирования производства.

Тема 3. Векторная алгебра.

1. Скалярные и векторные величины. Вектор как направленный отрезок. Виды векторов.
2. Единичные векторы (орты).
3. Действия над векторами, заданными в виде направленных отрезков и в координатной форме (сложение, умножение на число).
4. Векторное пространство.
5. Базис в пространстве R^3. Аффинная система координат. Прямоугольная декартова система координат. Понятие и координат точки.
6. Представление вектора в координатной форме в R^2 и R^3.
7. Скалярное произведение векторов: его смысл и свойства.
8. Проекция вектора на оси координат.
9. Направляющие косинусы вектора в R^2 и R^3.
10. Условия коллинеарности и перпендикулярности двух векторов в R^2 и R^3.
11. Векторное произведение векторов: определение, геометрический смысл, свойства.
12. Смешанное произведение трёх векторов: определение, геометрический смысл, свойства.
13. Условие компланарности трёх векторов в R^3.

Тема 4. Элементы аналитической геометрии.

14. Направляющий вектор прямой.
15. Вектор нормали прямой.
16. Общее уравнение прямой линии, его анализ.
17. Уравнение прямой линии с угловым коэффициентом, его анализ.
18. Уравнение прямой, проходящей через две заданные точки.
19. Уравнение прямой, проходящей через данную точку в заданном направлении.
20. Параметрические уравнения прямой.
21. Уравнение прямой линии в отрезках.
22. Расстояние от заданной точки до данной прямой.
23. Угол между двумя прямыми на плоскости.
24. Условия параллельности и перпендикулярности двух прямых.

25. Понятие уравнения поверхности и линии в R^3.
26. Плоскость в R^3, ее общее уравнение.
27. Общее уравнение плоскости.
28. Уравнение плоскости, проходящей через три заданные точки, не лежащие на одной прямой.
29. Уравнение плоскости в отрезках.
30. Расстояние от данной точки М до заданной плоскости Р.
31. Угол между двумя плоскостями.
32. Условия параллельности и перпендикулярности двух плоскостей.
33. Прямая линия в пространстве R^3, ее общее уравнение.
34. Каноническое и параметрические уравнения прямой в R^3. Направляющий вектор прямой.
35. Уравнение прямой, проходящей через две заданные точки в пространстве.
36. Переход от общего уравнения к каноническому, а затем параметрическому.
37. Угол между двумя прямыми линиями в пространстве.
38. Условия параллельности и перпендикулярности двух прямых в пространстве.
39. Угол между прямой линией и плоскостью в пространстве.
40. Условия параллельности и перпендикулярности прямой и плоскости.

Тема 5. Функция.

1. Понятие функции.
2. Сложная функция.
3. Обратные функции.
4. График функции.
5. Способы задания функции: их преимущества и недостатки.
6. Арифметические действия над функциями.
7. Примеры использования функций для описания взаимосвязей в окружающем нас мире.
8. Основные элементарные функции.
9. Классификация математических функций.
10. Основные свойства математических функций: монотонность, возрастание, убывание, четность, нечетность, периодичность, выпуклость и вогнутость графика функции.

Тема 6. Теория пределов.

1. Понятие числовой последовательности.
2. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности.
3. Основные свойства бесконечно–малых и бесконечно–больших последовательностей
4. Понятие предела числовой последовательности.
5. Свойства сходящихся последовательностей.
6. Существование предела ограниченной монотонной последовательности.
7. Признак сходимости Коши.
8. Число е.
9. Предел функции.
10. Левосторонние и правосторонние пределы функции в точке, их геометрический смысл.
11. Свойства функций, имеющих предел.
12. Первый замечательный предел и его следствия.
13. Второй замечательный предел и его следствия.
14. Бесконечно малые и бесконечно большие функции.
15. Эквивалентные бесконечно малые функции.
16. Сравнение бесконечно-малых.
17. Сравнение бесконечно-больших.
18. Теоремы о связи бесконечно больших функций с бесконечно малыми.
19. Непрерывность функции.
20. Точки разрыва.
21. Классификация точек разрыва.

22. Свойства функций, непрерывных в точке.
23. Свойства функций, непрерывных на отрезке.
24. Понятие равномерной непрерывности.

Тема 7. Дифференциальное исчисление функций одной переменной.

1. Задача вычисления скорости.
2. Понятие производной.
3. Понятие дифференцируемости функции в точке.
4. Геометрический смысл производной.
5. Уравнение касательной и нормали к графику дифференцируемой функции.
6. Правила дифференцирования.
7. Производные элементарных функций.
8. Производная обратной функции.
9. Производная сложной функции.
10. Логарифмическая производная.
11. Понятие дифференциала.
12. Свойство инвариантности формы дифференциала первого порядка.
13. Производные и дифференциалы высших порядков.
14. Дифференцирование функции, заданной параметрически.
15. Основные теоремы о дифференцируемых функциях.
16. Применение производной к нахождению пределов. Правило Лопиталя.
17. Формула Тейлора.
18. Условие монотонности функции на числовом промежутке.
19. Необходимое и достаточное условия экстремума функции в точке.
20. Наибольшее и наименьшее значения функции на отрезке.
21. Выпуклые функции.
22. Точки перегиба.
23. Асимптоты графика функции.
24. Полная схема общего исследования функции и построение ее графика.
25. Эластичность функции.

Тема 8. Функции нескольких переменных.

1. Понятие действительной функции n действительных переменных.
2. График функции двух действительных переменных. Линии и поверхности уровня.
3. Понятие скалярного поля.
4. Предел функции нескольких переменных.
5. Непрерывность функции нескольких переменных.
6. Полное и частное приращение функции нескольких переменных.
7. Дифференцируемость функции нескольких переменных.
8. Частные производные функции нескольких переменных.
9. Геометрический смысл частной производной.
10. Производная по направлению.
11. Градиент функции нескольких переменных.
12. Понятие дифференцируемости функции n действительных переменных в точке.
13. Необходимые и достаточные условия дифференцируемости.
14. Дифференциал функции нескольких переменных.
15. Правила дифференцирования сложной функции.
16. Инвариантность формы дифференциала первого порядка.
17. Дифференцирование функций, заданных неявно.
18. Касательная плоскость. Геометрический смысл дифференциала.
19. Частные производные высших порядков.
20. Независимость результата от порядка дифференцирования.

21. Дифференциалы высших порядков.
22. Формула Тейлора для функции нескольких переменных.
23. Экстремумы функции нескольких переменных.
24. Условный экстремум функции нескольких переменных.
25. Наибольшее и наименьшее значения функции нескольких переменных в замкнутом ограниченном множестве.
26. Производственная функция Кобба-Дугласа.
27. Построение изоквант производственной функции.
28. Определение эластичности производственной функции.

Тема 9. Элементы теории функций комплексного переменного.

1. Понятие комплексного числа.
2. Формы представления комплексных чисел.
3. Алгебраические действия ад комплексными числами.
4. Формула Муавра.
5. Понятие функции комплексного переменного.
6. Формула Эйлера.

Тема 10. Элементы интегрального исчисления.

1. Понятие первообразной функции.
2. Определение неопределенного интеграла.
3. Основные свойства неопределенного интеграла.
4. Таблица основных интегралов.
5. Интегрирование подстановкой или заменой переменной.
6. Интегрирование по частям.
7. Разложение рациональной дроби на простейшие.
8. Интегрирование простейших рациональных дробей.
9. Интегрирование иррациональных функций.
10. Интегрирование тригонометрических выражений.
11. Интегрирование выражений $R(e^x)$.
12. Задача вычисления площади криволинейной трапеции.
13. Понятие определенного интеграла, его геометрический смысл.
14. Основные свойства определенного интеграла.
15. Интеграл с переменным верхним пределом.
16. Формула Ньютона-Лейбница.
17. Замена переменной в определенном интеграле.
18. Интегрирование по частям в определенном интеграле.
19. Вычисление площади плоской фигуры с помощью определенного интеграла.
20. Вычисление объема тела вращения с помощью определенного интеграла.
21. Вычисление длины дуги с помощью определенного интеграла.
22. Вычисление работы переменной силы с помощью определенного интеграла.
23. Несобственные интегралы I рода, их свойства, вычисление.
24. Несобственные интегралы II рода, их свойства, вычисление.
25. Достаточные признаки сходимости несобственных интегралов I рода для неотрицательных функций.

Тема 11. Обыкновенные дифференциальные уравнения.

1. Понятие дифференциального уравнения и его решения.
2. Общее и частное решение дифференциального уравнения.
3. Интегральные кривые, начальные условия.
4. Поле направлений дифференциальных уравнений первого порядка.
5. Задача Коши.

6. Линейные однородные дифуравнения первого порядка.
7. Уравнения с разделяющимися переменными.
8. Уравнения, приводящиеся к уравнениям с разделяющимися переменными.
9. Уравнение Бернулли.
10. Уравнения в полных дифференциалах.
11. Задачи, приводящие к понятию дифференциального уравнения 1-го порядка.
12. Уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка.
13. Линейные однородные дифференциальные уравнения *n*-го порядка. Свойства их решений.
14. Понятие линейно-зависимых и линейно-независимых функций. Условие линейной зависимости.
15. Фундаментальная система решений дифференциальных уравнений.
16. Общее решение дифференциального уравнения *n*-го порядка.
17. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.
18. Линейные неоднородные дифуравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.
19. Структура общего решения неоднородного уравнения.
20. Метод определения частных решений по виду правой части неоднородного уравнения.
21. Метод вариации произвольных постоянных.
22. Применение дифуравнений при изучении взаимосвязи функции спроса и ценовой эластичности спроса.
23. Закон «логистического» роста, его математическое описание. Логистическая кривая: ее свойства и примеры использования.

Тема 12. Числовые ряды.

1. Понятие числового ряда.
2. Сходящиеся и расходящиеся ряды.
3. Основные свойства сходящихся рядов.
4. Необходимый и достаточный признаки сходимости числовых рядов.
5. Признаки сходимости знакоположительных рядов.
6. Знакочередующиеся ряды.
7. Признак Лейбница.
8. Абсолютная и условная сходимость ряда.
9. Понятие степенного ряда.
10. Теорема Абеля.
11. Интервал и радиус сходимости степенного ряда.
12. Разложение функций в степенные ряды.
13. Применение степенных рядов в экономике.

Примерные тестовые задания

Примерные тестовые задания по теме 3 Векторная алгебра

1	Вектор $\bar{a}$=(1; 2; -2) перпендикулярен вектору $\bar{b}$=(4; -1; □□, если □=… ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1) -1; 2) –4; 3) –2; 4) 1
2	Найти длину вектора $\vec{a} = \vec{i} + 2\vec{j} + 2\vec{k}$. ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1. 3 2. 5 3. 1 4. 10
3	Если $\bar{a} = \bar{i} - \bar{j} + 2\bar{k}, \quad \bar{b} = 2\bar{i} + 3\bar{j} - \bar{k}$, то вектор $3\bar{a} - 2\bar{b}$ имеет вид ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1) $-3\bar{i} - 3\bar{j} + 4\bar{k}$ 2) $-\bar{i} - 9\bar{j} + 8\bar{k}$ 3) $3\bar{i} - 9\bar{j} - 8\bar{k}$ 4) $-\bar{i} + 6\bar{j} + 8\bar{k}$
4	Векторное произведение векторов $\vec{a}\,(1; 2; 3)$ и $\vec{b}\,(2; k; 6)$ равно нулю, если *k* равно … ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1) 2; 2) – 10; 3) 4; 4) – 2

5	Скалярное произведение векторов $\bar{a}=(2,3,4)$ и $\bar{b}=(-1,2,-2)$ равно ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1)-4 2) 8 3) 14 4) 12
6	Норма вектора $\bar{a}=\bar{i}+2\bar{j}+3\bar{k}$ в пространстве R^3 равна ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1) 14 2) $\sqrt{14}$ 3) 6 4) $-\sqrt{14}$
7	Векторы $\vec{a}\ (2;3;1)$ и $\frac{1}{2}\vec{b}\ (4;6;2)$ ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1) коллинеарны; 2)ортогональны; 3) совпадают; 4) образуют острый угол.
8	Если $\bar{a}\cdot\bar{b}=2\sqrt{2}$, $\lvert\bar{a}\rvert=0.5$, $\lvert\bar{b}\rvert=8$, то угол между векторами $\bar{a}$ и $\bar{b}$ равен ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1) $\frac{\pi}{3}$ 2) $\frac{3\pi}{4}$ 3) $\frac{\pi}{4}$ 4) 0
9	Градиент скалярного поля $u=xy+2z-z^2$ в точке M_0 (1, 1,0) имеет вид … ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1) $\bar{i}+\bar{j}+3\bar{k}$; 2) $\bar{i}+\bar{j}$; 3) $\bar{i}+\bar{j}+2\bar{k}$; 4) $\bar{i}+\bar{k}$.
10	Если $\vec{a}=\vec{i}-2\vec{j}+8\vec{k}$, $\vec{b}=\vec{i}-6\vec{j}-2\vec{k}$, тогда вектор $\vec{a}+\vec{b}$ имеет вид ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1) $2\vec{i}-4\vec{j}+3\vec{k}$; 2) $2\vec{i}-8\vec{j}+6\vec{k}$; 3) $2\vec{i}-4\vec{j}+6\vec{k}$; 4) $2\vec{i}-2\vec{j}+3\vec{k}$
11	Даны векторы $\bar{a}$=(1; 2; 3), $\bar{b}$=(1; 2; 0) и $\bar{c}$=(1; 0; 0). Найти их смешанное произведение ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1) 1; 2) 0; 3) 6; 4) -6
12	Два вектора $\vec{a}$ и $\vec{b}$ называются коллинеарными, если они… 1…параллельны друг другу 2…перпендикулярны друг другу 3…расположены под углом в 45° друг к другу 4…имеют одинаковые модули
13	Векторы $\bar{a}$=(1; 2; 3) и $\bar{b}$=(2; k; 6) коллинеарны, если k=… ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1) 2; 2) -10; 3) 4; 4) -2
14	Если $\vec{a}\ (1;0;2)$ и $\vec{b}\ (2;3;-1)$, тогда скалярное произведение $\vec{a}\cdot\vec{b}$ равно … ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1) 5; 2) 3; 3) 7; 4) 0

Примерный вариант контрольной работы по теме 1 Линейная алгебра

1.Используя свойства определителей вычислить: $\Delta=\begin{vmatrix}-3 & 1 & 2 & 4\\ 1 & 2 & 1 & 1\\ -2 & 8 & 4 & 2\\ 1 & 0 & 2 & 5\end{vmatrix}$

2. Найти произведение матриц: $A=\begin{pmatrix}1 & 2 & 5\\ -3 & 0 & 4\end{pmatrix}$ и $B=\begin{pmatrix}1 & 4\\ 2 & -3\\ 0 & 3\end{pmatrix}$.

3. Найти ранг матрицы: $A=\begin{pmatrix}2 & 4 & 6 & -2 & 0\\ 1 & 0 & -3 & -2 & 1\\ 0 & 4 & 12 & 2 & -2\\ 3 & 8 & 6 & 3 & -1\end{pmatrix}$.

4. Проверить совместность системы линейных уравнений и, в случае совместности, решить ее.

$$\begin{cases} x_1+x_2+2x_3=6,\\ -2x_1+x_2+x_3=8,\\ -3x_1+3x_2-4x_3=14. \end{cases}$$

5. Решить систему линейных уравнений: $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 9, \\ 2x_1 + 5x_2 - 3x_3 = -4, \\ -4x_1 - 11x_2 + 15x_3 = 30. \end{cases}$

Примерный вариант контрольной работы по теме 3 Векторная алгебра и по теме 4 Элементы аналитической геометрии

1. Найти проекцию вектора $\vec{a} = 2\vec{i} + 5\vec{j} + 3\vec{k}$ на вектор $\vec{b} = 16\vec{i} + 8\vec{j} - 16\vec{k}$.
2. Вычислить площадь параллелограмма, построенного на векторах как на сторонах. $\vec{a} = 2\vec{i} + \vec{k}$ и $\vec{b} = \vec{i} + 2\vec{k}$.
3. Найти острый угол, образованный осью ординат с прямой, проходящей через точки $A(2;\sqrt{3})$ и $B(3;2\sqrt{3})$.
4. Дан треугольник ABC: $A(-3;4)$, $B(2;5)$, $C(6;-4)$. Написать уравнение высоты BM и найти длину медианы AE.
5. Найти уравнение плоскости, проходящей через прямую $\frac{x+1}{3} = \frac{y-2}{-1} = \frac{z}{4}$ перпендикулярно плоскости $3x + y - z + 2 = 0$.

Примерный вариант контрольной работы по теме 7 Дифференциальное исчисление функций одной переменной

Вычислить производные функций

$$y = x^2 \cdot \sqrt[5]{x^3}, \quad y = (\sin x + 3^x) arctgx, \quad y = \frac{6x \ln x}{\cos x},$$

$$y = \arcsin\sqrt{5x-1}, \quad y = \ln\sqrt[5]{\frac{3-x^2}{5x+1}}, \quad y = 3^{x^2+1} + e^{-7x}\cos\frac{x}{2}, \quad x^3 \ln 2y = e^{5x+y^2}$$

Примерный вариант контрольной работы по теме 10 Элементы интегрального исчисления

1. Вычислить интегралы: $\int \frac{(x^2+1)^2}{x}dx$, $\int \frac{dx}{\sqrt{5-3x}}$, $\int \frac{\ln^3 x}{x}dx$, $\int x\sin 2x dx$, $\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{4-x^2}}$.
2. Вычислить площадь плоской фигуры, ограниченной линиями: $y = -x^2 + 9$; $y = 0$.
3. Вычислить объём тела, образованного вращением вокруг оси Ox фигуры, ограниченной линиями: $y = 2\sqrt{x}$; $y = 0$; $x = 5$.

Примерный вариант контрольной работы по темам 11 Обыкновенные дифференциальные уравнения и Тема 12 Числовые ряды

1. Найти общее решение (общий интеграл) дифференциального уравнения: $e^{x+3y}dy = xdx$.
2. Найти общий интеграл (общее решение) дифференциального уравнения: $y' = \frac{y^2}{x^2} + 4\frac{y}{x} + 2$
3. Найти решение задачи Коши для дифференциального уравнения: $y' - \frac{y}{x} = -\frac{2}{x^2}$, $y(1) = 1$.
4. Найти общее решение дифференциального уравнения: $y'' - 3y' + 2y = (1-2x)e^x$.
5. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^n}{n!}x^n$.

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Способы вычисления обратной матрицы.

2. Метод Гаусса.
3. Однородные системы линейных уравнений.
4. Линейная модель обмена (модель международной торговли).
5. Приведение квадратичной формы к каноническому виду.
6. Знакоопределённость квадратичной формы.
7. Понятие вектора в R^n, возможности его использования в экономике.
8. Взаимное расположение векторов.
9. Нормальное уравнение плоскости. Расстояние от точки до плоскости.
10. Пучок прямых.
11. Особенности расположения прямой относительно плоскости.
12. Приведение уравнений кривых второго порядка (эллипс, гипербола, парабола) к канонической форме.
13. Понятие об уравнениях поверхностей второго порядка (сфера, эллипсоид, гиперболоид) в R^3 и их классификация.
14. Алгебраические операции над комплексными числами.
15. Применение комплексных чисел.
16. Особенности расположения прямой относительно прямоугольной декартовой системы координат.
17. Решение уравнений с комплексными корнями.
18. Функции монотонные, четные, нечетные, периодические, ограниченные и неограниченные.
19. Существование предела ограниченной монотонной последовательности. Число *е.*
20. Применение производной к нахождению пределов. Правило Лопиталя.
21. Понятие о скалярном поле.
22. Приложения определенного интеграла (вычисление площади поверхности вращения, работы переменной силы.).
23. Дифференциальные уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка.
24. Гармонический ряд.
25. Разложение функции по формуле Тейлора.

5. Оценочные материалы промежуточной аттестации по дисциплине

5.1. Экзамен проводится с применением следующих методов (средств):

экзамен принимается в устной форме. Каждый экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и практическое задание.

в устной форме в виде ответов на вопросы и решения заданий практического характера.

5.2 Оценочные материалы промежуточный аттестации

Компонент компетенции	Промежуточный/ключевой индикатор оценивания	Критерий оценивания
ОПК-2.1	Письменный ответ на вопросы и решение задачи	Демонстрирует на высоком уровне знаний: - роль и методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;
		Демонстрирует на высоком уровне умений: - выбор и применение методов математического анализа и моделирования при проведении теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

		Демонстрирует на высоком уровне навыков: - использование математических методов для анализа и систематизации информации по теме исследования в профессиональной деятельности.

Типовые оценочные материалы промежуточной аттестации

Примерные вопросы к экзамену

1. Понятие матрицы. Виды матриц (квадратная, диагональная, треугольная, единичная, нулевая, транспонированная). Понятия вектор-строки и вектор-столбца. Транспонирование матрицы.
2. Алгебраические операции над матрицами (сложение, умножение матриц, умножение матрицы на число).
3. Определитель квадратной матрицы и его свойства.
4. Методы вычисления определителей второго и третьего порядка.
5. Минор и алгебраическое дополнение элемента квадратной матрицы.
6. Вычисление определителя n -го порядка методом разложения его по элементам строки или столбца.
7. Присоединенная матрица.
8. Обратная матрица и условие ее существования. Алгоритм нахождения обратной матрицы.
9. Ранг матрицы и его вычисление.
10. Понятие системы линейных уравнений и ее решения.
11. Свойства систем линейных уравнений (однородность, эквивалентность, совместимость, определенность).
12. Решение системы n линейных уравнений с n неизвестными по правилу Крамера.
13. Матричный способ решения системы n линейных уравнений с n неизвестными.
14. Элементарные преобразования систем линейных уравнений.
15. Решение системы n линейных уравнений с n неизвестными методом исключения неизвестных.
16. Понятия основной и расширенной матриц системы. Ранг системы.
17. Исследование системы m линейных уравнений с n неизвестными с помощью теоремы Кронекера-Капелли.
18. Модель Леонтьева многоотраслевой экономики (балансовый анализ)
19. Скалярные и векторные величины. Вектор как направленный отрезок. Виды векторов.
20. Единичные векторы (орты).
21. Действия над векторами, заданными в виде направленных отрезков и в координатной форме (сложение, умножение на число).
22. Векторное пространство.
23. Базис в пространстве R3. Аффинная система координат. Прямоугольная декартова система координат. Понятие и координат точки.
24. Представление вектора в координатной форме в R2 и R3.
25. Скалярное произведение векторов: его смысл и свойства.
26. Проекция вектора на оси координат.
27. Направляющие косинусы вектора в R2 и R3.
28. Условия коллинеарности и перпендикулярности двух векторов в R2 и R3.
29. Векторное произведение векторов: определение, геометрический смысл, свойства.
30. Смешанное произведение трёх векторов: определение, геометрический смысл, свойства.
31. Направляющий вектор прямой.

32. Вектор нормали прямой. Общее уравнение прямой линии, его анализ.
33. Уравнение прямой линии с угловым коэффициентом, его анализ.
34. Уравнение прямой, проходящей через две заданные точки.
35. Уравнение прямой, проходящей через данную точку в заданном направлении.
36. Параметрические уравнения прямой.
37. Уравнение прямой линии в отрезках.
38. Расстояние от заданной точки до данной прямой.
39. Угол между двумя прямыми на плоскости.
40. Условия параллельности и перпендикулярности двух прямых.
41. Прямоугольная система координат в пространстве R3.
42. Понятие уравнения поверхности и линии в R3.
43. Плоскость в R3, ее общее уравнение.
44. Общее уравнение плоскости.
45. Уравнение плоскости, проходящей через три заданные точки, не лежащие на одной прямой.
46. Уравнение плоскости в отрезках.
47. Нормальное уравнение плоскости.
48. Расстояние от данной точки M до заданной плоскости P.
49. Угол между двумя плоскостями.
50. Условия параллельности и перпендикулярности двух плоскостей.
51. Прямая линия в пространстве R3, ее общее уравнение.
52. Каноническое и параметрические уравнения прямой в R3. Направляющий вектор прямой.
53. Уравнение прямой, проходящей через две заданные точки в пространстве.
54. Переход от общего уравнения к каноническому, а затем параметрическому.
55. Угол между двумя прямыми линиями в пространстве.
56. Условия параллельности и перпендикулярности двух прямых в пространстве.
57. Угол между прямой линией и плоскостью в пространстве.
58. Условия параллельности и перпендикулярности прямой и плоскости.
59. Понятие комплексного числа, его алгебраическая и геометрическая формы.
60. Арифметические операции над комплексными числами, заданными в алгебраической форме.
61. Тригонометрическая форма комплексного числа. Связь между алгебраической и тригонометрической формами комплексного числа.
62. Возведение комплексного числа в степень. Извлечение корня из комплексного числа.
63. Показательная форма комплексного числа. Формула Эйлера.
64. Понятие функции. Способы задания функции: их преимущества и недостатки.
65. Понятие обратной функции.
66. Сложные функции.
67. Примеры использования функций для описания взаимосвязей в окружающем мире.
68. Основные элементарные функции. Классификация функций.
69. Основные свойства математических функций: непрерывность, четность, нечетность, возрастание, убывание, монотонность, симметричность, выпуклость и вогнутость графика функции.
70. Понятие числовой последовательности и ее предела.
71. Свойства сходящихся последовательностей.
72. Свойства функций, имеющих предел в точке.
73. Бесконечно малые и бесконечно большие функции.
74. Замечательные пределы.
75. Понятие непрерывности функции.
76. Свойства функций, непрерывных в точке.
77. Свойства функций, непрерывных на отрезке.

78. Задача о мгновенной скорости неравномерного движения.
79. Производная функции.
80. Таблица производных.
81. Правила дифференцирования.
82. Геометрический смысл производной.
83. Основные правила дифференцирования функций.
84. Понятие дифференцируемости функции.
85. Производные и дифференциалы высших порядков.
86. Возрастание и убывание функции, их достаточные условия.
87. Локальный экстремум функции, необходимое условие его существования. Достаточные условия существования экстремума.
88. Точка перегиба графика функции. Выпуклость и вогнутость графика функции.
89. Достаточные условия выпуклости (вогнутости) графика функции на данном интервале.
90. Экономический смысл производной. Понятие о предельной эффективности экономического процесса.
91. Понятие первообразной функции. Неопределенный интеграл.
92. Основные свойства неопределенного интеграла.
93. Таблица основных интегралов.
94. Интегрирование подстановкой или заменой переменной.
95. Интегрирование по частям.
96. Интегрирование рациональных функций.
97. Методы интегрирования иррациональных функций.
98. Методы интегрирования тригонометрических функций.
99. Вычисление площадей плоских фигур.
100. Понятие определенного интеграла и его геометрический смысл.
101. Основные свойства определенного интеграла.
102. Формула Ньютона-Лейбница.
103. Замена переменной в определенном интеграле.
104. Интегрирование по частям в определенном интеграле.
105. Приложения определенного интеграла.
106. Функции нескольких переменных. Линии и поверхности уровня.
107. Понятие скалярного поля.
108. Предел функции нескольких переменных.
109. Непрерывность функции нескольких переменных.
110. Полное и частное приращение функции нескольких переменных.
111. Дифференцируемость функции нескольких переменных.
112. Частные производные функции нескольких переменных.
113. Производная по направлению. Градиент.
114. Понятие дифференцируемости функции n действительных переменных в точке. Необходимые и достаточные условия дифференцируемости.
115. Дифференциал функции нескольких переменных.
116. Инвариантность формы дифференциала 1-го порядка функции нескольких переменных.
117. Правила дифференцирования сложной функции. Инвариантность формы дифференциала первого порядка.
118. Дифференцирование функций, заданных неявно.
119. Касательная плоскость. Геометрический смысл дифференциала.
120. Частные производные высших порядков. Независимость результата от порядка дифференцирования.
121. Дифференциалы высших порядков.
122. Формула Тейлора для функции нескольких переменных.

123. Исследование функции нескольких переменных. Экстремумы функции нескольких переменных.

124. Необходимые и достаточное условия экстремума для функции двух переменных.

125. Условный экстремум функции нескольких переменных.

126. Наибольшее и наименьшее значения функции нескольких переменных в замкнутом ограниченном множестве.

127. Приложения анализа функции двух переменных к задачам экономики.

128. Производственная функция. Изокванты.

129. Эластичность выпуска по труду и капиталу. Эластичность производства.

130. Функция полезности. Кривые безразличия.

131. Особенности производственной функции Кобба-Дугласа.

132. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Порядок решения, интегральные кривые, начальные условия. Поле направлений дифференциальных уравнений первого порядка.

133. Общее и частное решение дифференциального уравнения.

134. Задача Коши.

135. Линейные однородные дифуравнения первого порядка.

136. Уравнения с разделяющимися переменными.

137. Уравнения, приводящиеся к уравнениям с разделяющимися переменными.

138. Уравнение Бернулли.

139. Уравнения в полных дифференциалах.

140. Задачи, приводящие к понятию дифференциального уравнения 1-го порядка.

141. Линейные однородные дифференциальные уравнения *n*-го порядка.

142. Свойства решений обыкновенных дифференциальных уравнений *n*-го порядка.

143. Понятие линейно-зависимых и линейно-независимых функций. Условие линейной зависимости.

144. Фундаментальная система решений дифференциальных уравнений.

145. Общее решение дифференциального уравнения п-го порядка.

146. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.

147. Линейные неоднородные дифуравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.

148. Структура общего решения неоднородного уравнения.

149. Метод определения частных решений по виду правой части неоднородного уравнения.

150. Метод вариации произвольных постоянных.

151. Применение дифуравнений при изучении взаимосвязи функции спроса и ценовой эластичности спроса.

152. Закон «логистического» роста, его математическое описание. Логистическая кривая: ее свойства и примеры использования.

153. Понятие числового ряда. Сходящиеся и расходящиеся ряды.

154. Необходимый признак сходимости числового ряда. Гармонический ряд.

155. Интегральный признак Коши-Маклорена сходимости.

156. Признак Даламбера сходимости рядов.

157. Признак Коши сходимости рядов.

158. Признак сравнения рядов с неотрицательными членами. Признак сравнения в предельной форме.

159. Критерий Коши сходимости числового ряда.

160. Основные свойства сходящихся рядов.

161. Знакопеременные ряды. Абсолютная и условная сходимость.

162. Знакочередующиеся ряды. Теорема Лейбница.

163. Понятие степенного ряда. Область сходимости степенного ряда.

164. Правило разложения функции в ряд Тейлора.

165. Задача разложения функции в степенной ряд. Единственность разложения.
166. Применение рядов в приближенных вычислениях.
167. Формула Тейлора. Ряд Тейлора.

Варианты практических (ситуационных) заданий для проведения экзамена

Задание 1. Вычислить определитель:

$$\begin{vmatrix} 2 & 3 & 4 \\ 0 & 1 & 3 \\ 2 & 1 & -1 \end{vmatrix}.$$

Задание 2. Даны две матрицы A и B. Найти AB.

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 2 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} 3 & 6 & 0 \\ 2 & 4 & -6 \\ 1 & -2 & 3 \end{pmatrix}.$$

Задание 3. Дана матрица

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 2 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Найти A^{-1}.

Задание 4. Проверить совместность системы линейных уравнений. В случае совместности решить

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 + 2x_3 = 3, \\ x_1 + x_2 + 2x_3 = -4, \\ 4x_1 + x_2 + 4x_3 = -3. \end{cases}$$

Задание 5. Найти объем параллелепипеда, построенного на векторах $\vec{a}(3;-2;2)$, $\vec{b}(2;3;-4)$, $\vec{c}(2;-3;1)$.

Задание 6. Проверить, компланарны ли векторы $\vec{a}(3;-2;2)$, $\vec{b}(2;3;-4)$, $\vec{c}(2;-3;1)$.

Задание 7. Проверить векторы попарно на ортогональность $\vec{a}(3;-2;2)$, $\vec{b}(2;3;-4)$, $\vec{c}(2;-3;1)$.

Задание 8. Найти угол между векторами $\vec{a}(3;-2;2)$ и $\vec{b}(2;3;-4)$.

Задание 9. Найти $|\vec{c} - \vec{b}|$, если $\vec{b}(2;3;-4)$, $\vec{c}(2;-3;1)$.

Задание 10. Найти площадь треугольника, построенного на векторах $2\vec{a}$ и $\vec{b}(2;3;-4)$, если $\vec{a}(3;-2;2)$.

Задание 11. Найти проекцию вектора $\vec{c}$ на вектор $\vec{b}$, если $\vec{b}(2;3;-4)$, $\vec{c}(2;-3;1)$.

Задание 12. Дан треугольник ABC, где A(-3; 2), B(2; 5), C(-3; -2). Найти уравнение стороны AB.

Задание 13. Дан треугольник ABC, где A(-3; 2), B(2; 5), C(-3; -2). Найти уравнение высоты CH.

Задание 14. Дан треугольник ABC, где A(-3; 2), B(2; 5), C(-3; -2). Найти уравнение медианы AM.

Задание 15. Дан треугольник ABC, где A(-3; 2), B(2; 5), C(-3; -2). Найти уравнение прямой l, проходящей через точку C параллельно прямой AB.

Задание 16. Дан треугольник ABC, где A(-3; 2), B(2; 5), C(-3; -2). Найти расстояние от точки C до прямой AB.

Задание 17. Дано число $z = 2 + 3i$. Найти $z / \bar{z}$.

Задание 18. Дано число $z = 2 + 3i$. Найти $z + \bar{z}$.

Задание 19. Дано число $z = 2 + 3i$. Найти $z - \bar{z}$.

Задание 20. Вычислить $3\bar{z}_1 + 5z_2^2 - z_1 z_2 + 4z_1\bar{z}_2$, если $z_1 = 2 + 3i$, $z_2 = 1 - i$.

Задание 21. Дано число $z = 3 + 4i$. Найти его модуль, аргумент. Записать число в тригонометрической и показательной формах, изобразить его.

Задание 22. Дано число $z = 4 - 3i$. Найти его модуль, аргумент. Записать число в тригонометрической и показательной формах, изобразить его.

Задание 23. Найти предел последовательности:

$$\lim_{n \to \infty} \frac{42n^2 + 3n - 7}{14n^2 - 5n + 4}$$

Задание 24. Найти предел последовательности:

$$\lim_{n \to \infty} \frac{3^n + 4^n}{3^n - 4^{n+1}}$$

Задание 25. Найти предел последовательности:

$$\lim_{n \to \infty} \frac{\sqrt{n+7} - \sqrt{4n^2 + 2}}{3\sqrt{27n^3 + 1}}$$

Задание 26. Найти предел последовательности:

$$\lim_{n \to \infty} \frac{(5-n)^2 + (5+n)^2}{(5-n)^2 - (5+n)^2}$$

Задание 27. Найти предел функции $\lim\limits_{x \to 3} \dfrac{x^2 + x - 12}{\sqrt{x-2} - \sqrt{4-x}}$

Задание 28. Найти предел функции $\lim\limits_{x \to \infty} \left(\dfrac{x+4}{x+8} \right)^{-3x}$

Задание 29. Найти предел функции $\lim\limits_{x \to \infty} \left(\dfrac{2x+3}{5x+7} \right)^{x+1}$

Задание 30. Найти предел функции $\lim\limits_{x \to 0} \dfrac{6^{2x} - 7^{3x}}{\sin 5x - 4x}$

Задание 31. Найти предел, используя эквивалентные бесконечно малые функции. $\lim\limits_{x \to 0} \dfrac{\ln(1 + 3x^2)}{x^3 - 5x^2}$

Задание 32. Исследовать данную функцию на непрерывность и построить ее график

$$f(x) = \begin{cases} x + 4, & x < -1 \\ x^2 + 2, & -1 \le x < 1 \\ 2x, & x \ge 1 \end{cases}$$

Задание 33. Исследовать данную функцию на непрерывность в указанных точках

$$f(x) = 2^{1/(x-3)} + 1; \qquad x_1 = 3, x_2 = 4.$$

Задание 34. Найти производную функции: $y = \dfrac{2(3x^3 + 4x^2 - x - 2)}{15\sqrt{1+x}}$

Задание 35. Найти производную функции: $y = x - \ln(2 + e^x + 2\sqrt{e^{2x} + e^x + 1})$

Задание 36. Найти производную функции: $y = \dfrac{1}{24}(x^2 + 8)\sqrt{x^2 - 4} + \dfrac{x^4}{16}\arcsin\dfrac{2}{x}$

Задание 37. Найти производную функции: $y = \operatorname{tg}\left(\ln \dfrac{4}{x^2} \right)$

Задание 38. Найти производную функции: $y = \arccos\left(\sqrt[5]{2x - 5} \right)$

Задание 39. Найти производную функции: $y = 4^{\frac{\sin x}{2x}} - 5$

Задание 40. Найти производную функции: $y = \dfrac{(x-4)^2 (x+5)^{\frac{2}{3}}}{\sqrt[4]{(x-7)^3}}$

Задание 41. Найти производную функции: $y = (\mathrm{tg}2x)^{\ln x}$

Задание 42. Найти наклонные асимптоты функции: $y = \dfrac{2x^2 - 5x}{x-3}$

Задание 43. Найти наклонные асимптоты функции: $y = \dfrac{3x+5}{5x^2 - 6}$

Задание 44. Найти промежутки возрастания убывания и выпуклости вогнутости функции:

$$y = \frac{1}{3}x^3 - \frac{3}{2}x^2 - 40x + 10$$

Задание 45. Найти промежутки возрастания убывания и выпуклости вогнутости функции:

$$y = \frac{1}{3}x^3 - \frac{3}{2}x^2 - 40x + 10$$

Задание 46. Вычислить интеграл: $\int \dfrac{\left(x^2+1\right)^2}{x} dx$.

Задание 47. Вычислить интеграл: $\int \dfrac{dx}{\sqrt{5-3x}}$,

Задание 48. Вычислить интеграл: $\int \dfrac{\ln^3 x}{x} dx$

Задание 49. Вычислить интеграл: $\int x \sin 2x dx$

Задание 50. Вычислить интеграл: $\int (4-3x)e^{-3x} dx$

Задание 51. Вычислить интеграл: $\int \dfrac{x^3+1}{x^2 - x} dx$

Задание 52. Вычислить интеграл: $\int\limits_0^1 \dfrac{dx}{\sqrt{4-x^2}}$.

Задание 53. Вычислить интеграл: $\int\limits_{\pi/2}^{2\,\mathrm{arctg}\,2} \dfrac{dx}{\sin^2 x(1-\cos x)}$

Задание 54. Вычислить интеграл: $\int\limits_0^{16} \sqrt{256 - x^2}\, dx$

Задание 55. Вычислить площадь фигуры, ограниченной графиками функций: $y = (x-2)^3$, $y = 4x - 8$.

Задание 56. Вычислить объемы тела, образованного вращением фигуры вокруг оси *Ox*, ограниченной графиками функций: $y = -x^2 + 5x - 6,\ y = 0$.

Задание 57. Вычислить площадь плоской фигуры, ограниченной линиями: $y = -x^2 + 9;\ y = 0$.

Задание 58. Вычислить объём тела, образованного вращением вокруг оси *Ox* фигуры, ограниченной линиями: $y = 2\sqrt{x}$; $y = 0$; $x = 5$.

Задание 59. Найти *dz*, если $z = \sin(3\sqrt{x}y)$.

Задание 60. Найти производную функции $z = (5x)^y$ в точке $M(1;1)$ по направлению вектора $\bar{l}\,(3;4)$.

Задание 61. Используя функцию Лагранжа, исследовать на экстремум функцию $z = x^2 + 2y$ при условии $x + y = 4$.

Задание 62. Найти общее решение (общий интеграл) дифференциального уравнения:

$$e^{x+3y} dy = x dx$$

Задание 63. Найти общий интеграл (общее решение) дифференциального уравнения:

$$y' = \frac{y^2}{x^2} + 4\frac{y}{x} + 2$$

Задание 64. Найти решение задачи Коши для дифференциального уравнения:

$$y' - \frac{y}{x} = -\frac{2}{x^2}, \quad y(1) = 1$$

.

Задание 65. Найти общее решение дифференциального уравнения:

$$y'' - 3y' + 2y = (1-2x)e^x$$

.

Задание 66. Найти решение задачи Коши: $y' - y/x = x^2, y(1) = 0.$

Задание 67. Найти общий интеграл дифференциального уравнения: $3x^2e^y dx + (x^3e^y - 1)dy = 0$

.

Задание 68. Найти общее решение дифференциального уравнения: $y'''x\ln x = y''$.

Задание 69. Найти общее решение дифференциального уравнения: $y'' - 2y' = 2\operatorname{ch} 2x$.

Задание 70. Исследовать на сходимость ряд:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{n^3+1}} \arcsin\frac{2\pi}{n+1}$$

Задание 71. Исследовать на сходимость ряд:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n!\sqrt{n}}{9^n n^2}$$

Задание 72. Исследовать на сходимость ряд:

$$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \left(\frac{n}{3n-1}\right)^{2n}$$

Задание 73. Найти область сходимости функционального ряда:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{4^n (x+2)^n}{(n+1)!}$$

Задание 74. Найти область сходимости ряда:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(n-2)^3 (x+3)^{2n}}{2n+3}.$$

Задание 75. Найти область сходимости степенного ряда:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^n}{n!} x^n$$

.

5.3 Шкала оценивания.

Оценка	**Критерии оценивания**
Отлично / зачтено	Оценка «отлично» («зачтено») выставляется обучающемуся, если в процессе промежуточной аттестации он демонстрирует глубокое знание теоретического программного материала и безошибочно применяет его при решении практических заданий
Хорошо / зачтено	Оценка «хорошо» («зачтено») выставляется обучающемуся, если в процессе промежуточной аттестации он демонстрирует хорошую степень освоения теоретического программного материала, применяет теоретические положения при решении практических заданий, допуская при этом отдельные незначительные ошибки
Удовлетворительно / зачтено	Оценка «удовлетворительно» («зачтено») выставляется обучающемуся, если он демонстрирует знания только основного программного материала, допускает неточности в формулировках, испытывает затруднения при выполнении практических заданий

Неудовлетвори тельно / не зачтено	Оценка «неудовлетворительно» («не зачтено») выставляется в случае, если обучающийся не освоил обязательный минимум знаний, умений и навыков в рамках дисциплины и допускает грубые ошибки при выполнении заданий промежуточной аттестации

6. Методические указания для освоения дисциплины

Обучение по дисциплине предполагает изучение курса на аудиторных (лекционных, практических) занятиях, самостоятельную работу обучающихся и проведение контрольных мероприятий (текущей и промежуточной аттестации).

В начале учебного курса рекомендуется ознакомиться с рабочей программой дисциплины, обратив внимание на следующие ключевые моменты:

– перечень знаний, умений и навыков, которыми обучающийся должен овладеть в результате освоения дисциплины;

– тематический план проведения занятий;

– формы и материалы для проведения текущего контроля;

– учебники и учебные пособия по дисциплине, а также электронными ресурсы;

– оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации.

С целью обеспечения успешного освоения курса обучающийся должен готовиться к лекционным и практическим занятиям.

На лекционных занятиях рекомендуется конспектировать основные положения излагаемого преподавателем материала. При подготовке к занятиям целесообразно самостоятельно прорабатывать лекционный материал, особое внимание следует уделять возникающим при этом вопросам, выделяя или выписывая указанные моменты для дальнейшего уточнения и обсуждения на последующих занятиях. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией. Таким образом, подготовка к лекции заключается в:

– внимательном прочтении материала предыдущей лекции;

– знакомстве с темой предстоящей лекции (по тематическому плану или информации лектора);

– предварительном знакомстве с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям;

– уяснении места изучаемой темы в своей профессиональной подготовке;

– записи возможных вопросов преподавателю.

Практические занятия предполагают их проведение в различных формах (в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий) с целью систематизации, углубления и конкретизации полученных теоретических знаний, а также формирования навыков их применения при решении практических задач. Подготовка к практическим занятиям заключается в:

– внимательном прочтении теоретического материала лекций, относящихся к данному занятию, изучении учебного материала в рекомендуемых учебно-методических пособиях;

– ответе на приведенные в рабочей программе дисциплины вопросы для самостоятельной подготовки к занятиям лекционного, практического (семинарского) типов, лабораторным работам;

– выполнении заданий для самостоятельной работы по соответствующей теме.

В рамках практических занятий предусмотрено проведение мероприятий текущего контроля с целью выявления уровня освоения полученных знаний, умений, навыков и компетенций. Для осуществления текущего контроля в рабочей программе предусмотрены различные формы. При подготовке к контрольным мероприятиям рекомендуется ознакомиться с представленными в рабочей программе типовыми материалами для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся.

Изучение дисциплины предполагает самостоятельное освоение обучающимся части учебного материала в соответствии с перечнем вопросов для самостоятельного изучения.

Подготовка к промежуточной аттестации. предполагает целенаправленную, регулярную, систематическую работу при изучении дисциплины в рамках аудиторных занятий и самостоятельной работы. Систематическое выполнение учебной работы на лекциях и практических

занятиях, а также в рамках самостоятельной работы позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для успешного прохождения промежуточной аттестации. Непосредственно подготовку к процедуре аттестации рекомендуется осуществлять в соответствии с приведенным в рабочей программе перечнем типовых оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации.

7. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

7.1. Основная литература

1. Балдин, К. В. Высшая математика : учебник / К. В. Балдин. — 3-е изд. — Москва : ФЛИНТА, 2021. — 360 с. — ISBN 978-5-9765-0299-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/198112.
2. Шипачев, В. С. Начала высшей математики : учебное пособие для спо / В. С. Шипачев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-9048-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/183785.

7.2. Дополнительная литература

3. Высшая математика. Стандартные задачи с основами теории : учебное пособие для вузов / А. Ю. Вдовин, Л. В. Михалева, В. М. Мухина [и др.]. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-9437-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/195419.
4. Высшая математика. Стандартные задачи с основами теории : учебное пособие для вузов / А. Ю. Вдовин, Л. В. Михалева, В. М. Мухина [и др.]. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-9437-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/195419.
5. Мышкис, А. Д. Лекции по высшей математике : учебное пособие / А. Д. Мышкис. — 6-е изд.,испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 688 с. — ISBN 978-5-8114-0572-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/210314.
6. Чудесенко, В. Ф. Сборник заданий по специальным курсам высшей математики (типовые расчеты) : учебное пособие / В. Ф. Чудесенко. — 5-е изд.,стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 192 с. — ISBN 5-8114-0661-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/210395.

7.3. Нормативные правовые документы.

1. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 4 июня 2019 г. № 7). – URL: https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/?utm_referrer =https%3a%2f%2fwww.yandex.ru%2f
2. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы» – URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919.

7.4. Интернет-ресурсы

1. Официальный портал СИУ РАНХиГС – URL: http://orel.ranepa.ru.
2. Образовательная платформа Юрайт – URL: https://urait.ru/
3. ЭБС Лань – URL: https://e.lanbook.com/
4. ЭБС Znanium – URL: https://znanium.com/

5. Официальный сайт компании «Консультант Плюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/, свободный.
6. Информационно-правовой портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.garant.ru, свободный.

7.5. Иные источники.

Не предусмотрены

8. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

Материально-техническая база

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная мебель, проекционное оборудование, доска,
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная мебель, проекционное оборудование, доска.
Компьютерный класс (аудитория для выполнения самостоятельной работы) /Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная мебель, проекционное оборудование, компьютеры, доска. Компьютеры с выходом в сеть «Интернет» и ЭИОС СИУ РАНХиГС
Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования	Комплекты специализированной мебели для хранения оборудования

Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение и тип лицензии программного обеспечения
7-Zip	Архиватор с высокой степенью сжатия Свободная лицензия
Adobe reader – Russian	Просмотр, печать и внесение аннотаций в документы PDF. Свободная лицензия
Adobe Acrobat Reader DC– Russian	Чтение, печать и рецензирование файлов PDF. Свободная лицензия
Deductor Academic	Deductor — платформа для создания законченных аналитических решений. В платформу встроены современные методы извлечения, визуализации данных и анализа данных. Свободная лицензия
Expert Decide (собственная разработка)	Система авторами отнесена к классу систем поддержки принятия решений (СППР) и. Свободная лицензия
Google Chrome	Браузер Свободная лицензия
Java	Представляет собой язык программирования и платформу вычислений Свободная лицензия
Microsoft SQL Server 2008	Является бесплатным выпуском SQL Server и представляет собой платформу данных для обучения и создания небольших серверных

Express	приложений, которые могут распространяться независимыми поставщиками программного обеспечения. Свободная лицензия
Microsoft Visual C++	Интегрированная среда разработки приложений на языке C++. Свободная лицензия
Mozilla FireFox	Браузер. Свободная лицензия
Opera	Браузер. Свободная лицензия
Word Tabulator	Предназначена для анализа текстов в среде MS Windows. Свободная лицензия
Yandex Браузер	Браузер Свободная лицензия
Apache Open Office	Свободный пакет офисных приложений. Свободная лицензия
SPSS Statistics 22 for Windows	Компьютерная программа для статистической обработки данных, предназначенных для проведения прикладных исследований в социальных науках. Лицензированная версия
Windows XP Professional Windows 7 Professional Windows 8 Pro Windows 8.1 Pro Windows 10 Pro	Операционные системы. Лицензированная версия
WindowsServer 2003 R2 WindowsServer 2008 Std/Ent Windows Server Enterprise 2008 R2 Windows Server 2012 Essentials WindowsServer 2012 Standard	Серверные операционные системы. Лицензированная версия
Office Professional Plus 2007 Office Professional Plus 2010 Office Standard 2007 Office Standard 2010 Office Standard 2013	Пакет офисных приложений. Лицензированная версия
“ДЕЛО-предприятие” под СУБД MS SQL Server	Система электронного документооборота (СЭД). Версия для учебных заведений
Консультант Плюс	Справочно-правовая система