Департамент образования и науки города Москвы
Самарский филиал
Государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования города Москвы
«Московский городской педагогический университет»

Факультет педагогики и психлогии

Кафедра высшей математики и информатики

УТВЕРЖДАЮ
Директор СФ ГАОУ ВО МГПУ
_____Г.Е. Козловская
«_____»_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Учебной дисциплины
Алгебра

Для направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование

Направленность (профиль) Математика и информатика

Уровень бакалавриата

Форма обучения очная

Самара
2025

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) уровень высшего образования бакалавриат, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 г.№ 125.

Разработчик:
СФ ГАОУ ВО МГПУ, к.п.н., доцент кафедры ВМиИ Шатрова Ю.С.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры высшей математики и информатики
Протокол № 9 от 26 мая 2025 г.
Зав. кафедрой: к.ф.-м.н., доц. С.Н. Богданов

Программа прошла экспертизу учебно-методической комиссии СФ ГАОУ ВО МГПУ
Протокол №4/1 от «18» июня 2025 г.
Председатель УМК: к.т.н., доц. С.Р. Кирюков

Программа утверждена на заседании Ученого совета факультета педагогики и психологии
Протокол № 10 от 11 июня 2025 г.
Декан факультета: к.ист.н., доц. В.В. Васильев

© СФ ГАОУ ВО МГПУ, 2025
© Кафедра высшей математики и информатики, 2025

Наименование дисциплины (модуля): Алгебра

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель дисциплины: изучение основных алгебраических понятий и фактов, формирование у обучающихся понимания того, что алгебра занимает центральное место в современной математике, является ее языком и понятийным аппаратом.

Задачи дисциплины:

– познакомить обучающегося с достаточно широким кругом понятий, фактов и методов классической и абстрактной алгебры;

– дать образцы использования теоретического материала при решении типовых задач курса;

– сформировать у обучающегося уровень математической грамотности, достаточный для осознанной ориентации в учебной литературе по алгебре и ее приложениям;

– обеспечить понимание теоретических основ школьного курса алгебры;

– сформировать у обучающегося уровень алгебраической культуры, необходимый для изучения смежных математических дисциплин и самостоятельного изучения специальной литературы.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Алгебра» относится к Предметно-содержательному блоку обязательной части учебного плана (Б1.О.06.04).

Дисциплина изучается в первом, втором, третьем и четвертом семестрах.

Для успешного освоения данной дисциплины студент должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными в школьном курсе алгебры.

Освоение дисциплины «Алгебра» является важной теоретической основой для последующего изучения дисциплин вариативной части профессионального цикла: «Математическая логика», «Теория алгоритмов», «Дискретная математика», «Теория чисел», «Числовые системы» и курсов по выбору студентов, содержание которых связано с углублением профессиональных знаний в указанной предметной области. Также освоение дисциплины призвано обеспечить понимание теоретических основ школьного курса алгебры.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1);
- способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний (ОПК-8);
- способен применять предметные знания при реализации образовательного процесса (ПК-3)

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

– определения, формулировки и доказательства свойств основных алгебраических понятий;

– роль алгебры в современной математике;

уметь:

– применять теоретические понятия и факты для решения типовых задач курса;

владеть:

– алгебраическим языком и основными понятиями курса (определять вид заданной алгебраической структуры, строить примеры основных алгебраических структур и т. п.);

– способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы и т.д.);

– способами взаимодействия с другими субъектами образовательного процесса.

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов/ зачетных единиц	Семестры			
		1	2	3	4
Контактная работа (всего)	144/4	32	48	32	32
В том числе:					
Лекции	64/1,78	16	16	16	16
Практические занятия	80/2,22	16	32	16	16
Самостоятельная работа (всего)	144/4	40	24	40	40
Вид промежуточной аттестации	Экзамен 36/1 Зачет	-	-	-	36
Общая трудоемкость часы	324	72	72	72	108
зачетные единицы	9	2	2	2	3

Аудиторные занятия по курсу «Алгебра» проводятся в виде лекций и практических занятий.

На лекционных занятиях обучающиеся знакомятся с наиболее важными понятиями и разделами данной дисциплины. В ходе лекции даются указания, направленные на активизацию самостоятельной работы обучающихся.

На практических занятиях по материалам лекций и учебной литературы обсуждаются теоретические вопросы курса и решаются учебно-математические задачи на основе изученного материала. В ходе занятий обучающиеся учатся самостоятельно мыслить, аргументировано и корректно отстаивать свою точку зрения.

Самостоятельная работа обучающихся включает самостоятельное освоение части теоретического материала, подготовку к практическим занятиям, в т. ч. выполнение домашних заданий, выполнение индивидуальных, домашних и контрольных работ.

По дисциплине предусматривается текущий и промежуточный контроль. Текущий и промежуточный контроль знаний организуется с использованием домашних заданий, контрольных и индивидуальных работ. По результатам контрольных и индивидуальных работ проводятся консультации.

В первом, втором, третьем семестрах формой промежуточной аттестации является зачет, в четвертом семестре – экзамен.

Программа курса «Алгебра» имеет следующие методические особенности:

1. В первом семестре изложение разделов «Системы линейных уравнений. Матрицы. Определители» и «Комплексные числа» опирается только на школьный курс математики. Со второго семестра изложение строится на теоретико-множественной основе. Такой подход позволяет обеспечить содержательные примеры при изучении понятий абстрактной алгебры во втором семестре.

2. С учетом будущей профессиональной деятельности студентов раздел «Алгебра многочленов» даны на двух уровнях. Изложение на первом уровне максимально приближено к изложению данного раздела в школьном курсе математики. На втором уровне материал излагается на основе понятий и фактов, рассмотренных в разделе «Группы. Кольца. Поля».

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (элемента модуля)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Семинары	СРС	Всего
1.	Системы линейных уравнений.	12	12	–	–	30	54
2.	Комплексные числа	4	4	–	–	10	18
3.	Линейные (векторные) пространства	10	22	–	–	12	44
4.	Линейные операторы векторного пространства	6	10	–	–	12	28
5.	Многочлены от одной переменной	10	10	–	–	30	50
6.	Многочлены от нескольких переменных Многочлены над числовыми полями	6	6	–	–	10	22
7.	Группы.	8	8	–	–	20	36
8.	Кольца. Поля	8	8	–	–	20	36

5.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (элемента модуля)	Содержание раздела
1.	Системы линейных уравнений.	Теория матриц. Матрицы: определение, размерность, виды матриц. Операции над матрицами: сложение, умножение на число, умножение матриц, транспонирование, правила выполнения действий над матрицами, свойства операций. Согласованность матриц. Определители. Определители 2-ого и 3-его порядков. Перестановки. Четность перестановки. Определители n-ого порядка. Свойства определителей. Разложение определителей по элементам ряда. Методы вычисления определителей Системы линейных уравнений. Основные понятия. Решение систем линейных уравнений методом Гаусса. Решение систем n линейных уравнений с n неизвестными (формулы Крамера). Определение, условие существования обратной матрицы. Определитель произведения квадратных матриц. Методы нахождения обратной матрицы. Матричные уравнения. Запись и решение систем линейных уравнений в матричной форме. Арифметическое n-мерное векторное пространство. Линейная зависимость векторов. Ранг и базис конечной системы векторов. Ранг матрицы, методы его вычисления. Критерий совместности системы m линейных уравнений с n неизвестными, его применение к решению систем линейных однородных уравнений.
2.	Комплексные числа	Понятие комплексного числа. Алгебраическая форма комплексного числа. Действия с комплексными числами в алгебраической форме. Сопряженные комплексные числа. Тригонометрическая форма комплексного числа. Умножение и деление комплексных чисел, представлен-

		ных в тригонометрической форме. Возведение комплексного числа в степень. Формула Муавра. Извлечение корня из комплексного числа. Корни из единицы. Первообразные корни.
3.	Линейные (векторные) пространства	Линейные (векторные) пространства: определение, примеры, свойства. Подпространство: определение, критерий, примеры. Базис и размерность векторного пространства. Координаты вектора в заданном базисе. Операции над векторами в координатах. Изоморфизм векторных пространств: определение, свойства. Матрица перехода от одного базиса к другому. Преобразование координат вектора при изменении базиса. Операции над подпространствами (пересечение, сумма, прямая сумма). Системы линейных уравнений с точки зрения линейных пространств. Пространство решений системы линейных однородных уравнений. Его размерность и базис (фундаментальная система решений). Линейное многообразие. Линейное многообразие решений системы линейных уравнений. Линейные пространства со скалярным умножением: определение, примеры, свойства. Ортогональная система векторов. Ортогональный базис. Процесс ортогонализации базиса. Ортогональное дополнение к подпространству. Евклидово пространство: определение, примеры. Норма вектора и ее свойства. Неравенство Коши-Буняковского-Шварца. Ортонормированный базис. Изоморфизм Евклидовых пространств: определение, свойства.
4.	Линейные операторы векторного пространства	Линейные операторы (преобразования) векторного пространства: определение, примеры. Простейшие свойства линейных операторов. Задание линейного оператора. Матрица линейного оператора в фиксированном базисе. Связь координат образа и прообраза. Связь между матрицами линейного оператора в различных базисах. Геометрические свойства линейного оператора (образ, ранг, ядро и дефект линейного оператора). Инвариантные подпространства. Собственные векторы и собственные значения линейного оператора. Характеристическое уравнение линейного оператора. Операторы с простым спектром. Приведение квадратных матриц к диагональному виду.
5.	Многочлены от одной переменной	Кольцо многочленов. Необходимые алгебраические понятия. Кольцо многочленов от одной переменной над произвольным полем P. Степень многочлена и ее свойства. Значение многочлена, свойства значений. Алгебраическое и функциональное равенство многочленов. Теорема о тождественно равных многочленах над бесконечным полем и ее применение. Теория делимости многочленов. Делимость многочленов: определение, свойства делимости. Теорема о делении с остатком. Деление на двучлен (x-c). Теорема Безу. Схема Горнера и ее применение. Наибольший об-

		щий делитель двух многочленов. Алгоритм Евклида. Свойства НОД. Взаимно простые многочлены и их свойства. Наименьшее общее кратное двух многочленов. Связь НОД и НОК двух многочленов. Неприводимые над полем P многочлены. Приводимые и неприводимые над полем P многочлены. Разложение многочлена в произведение неприводимых множителей. Каноническое представление многочлена и его применение. Формальная производная многочлена. Формула Тейлора. Кратные множители многочлена: определение, теорема о понижении кратности неприводимого множителя при дифференцировании. Отделение кратных множителей. Корни многочлена: определение, критерий корня. Теорема о наибольшем возможном числе корней многочлена. Кратные корни. Критерий кратности корня. Поле разложения многочлена. Теорема Виета.
6.	Многочлены от нескольких переменных Многочлены над числовыми полями	Кольцо многочленов от n переменных над полем P. Лексикографическое расположение членов многочлена. Теорема о высшем члене произведения двух многочленов. Симметрические многочлены и их свойства. Основная теорема теории симметрических многочленов. Следствие из основной теоремы. Многочлены над полем комплексных чисел. Алгебраическая замкнутость поля комплексных чисел. Разложение многочлена над полем комплексных чисел в произведение линейных множителей. Многочлены над полем действительных чисел. Разложение многочлена на неприводимые множители над полем действительных чисел. Многочлены над полем рациональных чисел. Целые и рациональные корни многочлена с целыми коэффициентами. Критерий Эйзенштейна. Уравнения третьей степени.
7.	Группы.	Группы. Определение группы. Примеры. Простейшие свойства групп. Изоморфные группы. Примеры. Подгруппы. Примеры. Критерий подгруппы. Порядок элемента группы. Примеры. Свойства порядка элемента группы. Циклические группы. Примеры. Смежные классы. Свойства смежных классов. Разложение группы по подгруппе. Примеры. Теорема Лагранжа. Нормальный делитель группы. Определение. Примеры. Фактор-группа. Примеры.
8.	Кольца. Поля	Определение кольца. Примеры. Простейшие свойства колец. Подкольцо. Примеры. Критерий подкольца. Идеалы колец. Определение. Примеры. Главный идеал кольца. Примеры. Действия над идеалами. Сравнения по идеалу. Примеры. Критерий сравнимости. Свойства сравнений по идеалу. Фактор-кольцо. Примеры. Кольцо классов вычетов по модулю m. Делители нуля. Примеры. Определение области целостности. Примеры.

		Определение поля, примеры полей. Делимость элементов в кольце. Простейшие свойства делимости в кольце. Обратимые элементы в кольце. Примеры. Свойства обратимых элементов. Ассоциированные элементы: примеры, свойства. Простые и составные элементы области целостности. Примеры. Определение однозначности разложения элементов кольца на простые множители.

5.3. Компетенции обучающегося, формируемые в процессе освоения дисциплины (дисциплинарного модуля)

Наименование дисциплинарного модуля	**Кол-во часов/з.е.**	**Формируемые компетенции**			**Общее кол-во компетенций**
Системы линейных уравнений.	54/1,5	УК-1	ОПК-8	ПК-3	3
Комплексные числа	18/0,5	УК-1	ОПК-8	ПК-3	3
Линейные (векторные) пространства	44/1,22	УК-1	ОПК-8	ПК-3	3
Линейные операторы векторного пространства	28/0,78	УК-1	ОПК-8	ПК-3	3
Многочлены от одной переменной	50/1,44	УК-1	ОПК-8	ПК-3	3
Многочлены от нескольких переменных Многочлены над числовыми полями	22/0,56	УК-1	ОПК-8	ПК-3	3
Группы.	36/1	УК-1	ОПК-8	ПК-3	3
Кольца. Поля	36/1	УК-1	ОПК-8	ПК-3	3

6. Образовательные технологии

Вид занятия (лекционное, практическое, лабораторное)	**Тема занятия**	**Образовательные технологии (в том числе интерактивные)**	**Объем, ауд. часов/в том числе в интер-акт. форме**
Семестр 1			
Лекционное	Теория матриц.	Лекция-беседа, объяснительно-иллюстративный метод обучения с элементами проблемного изложения, самостоятельная работа с литературой	2/1

	Определители.	Лекция-беседа, объяснительно-иллюстративный метод обучения с элементами проблемного изложения, самостоятельная работа с литературой	2/1
	Системы линейных уравнений. Решение систем линейных уравнений по формулам Крамера. Решение системы *m* линейных уравнений с *n* неизвестными методом Гаусса.	Лекция-беседа, объяснительно-иллюстративный метод обучения с элементами проблемного изложения, самостоятельная работа с литературой	2/1
	Обратные матрицы. Запись и решение системы *n* линейных уравнений с *n* неизвестными в матричной форме.	Лекция-беседа, объяснительно-иллюстративный метод обучения с элементами проблемного изложения, самостоятельная работа с литературой	2/1
	Арифметическое n-мерное векторное пространство.	Лекция-беседа, объяснительно-иллюстративный метод обучения с элементами проблемного изложения, самостоятельная работа с литературой	2/1
	Матрица и ее ранг. Критерий совместности системы m линейных уравнений с n неизвестными	Лекция-беседа, объяснительно-иллюстративный метод обучения с элементами проблемного изложения, самостоятельная работа с литературой	2/1
	Комплексные числа	Лекция-беседа, объяснительно-иллюстративный метод обучения с элементами проблемного изложения, самостоятельная работа с литературой	4/2
Практическое	Матрицы. Операции над матрицами.	Метод целесообразно подобранных задач, обучение в сотрудничестве, обсуждение методов решения практических задач, совместное и самостоятельное решение задач	2/1
	Определители	Метод целесообразно подобранных задач, обучение в сотрудничестве, обсуждение методов решения практических задач, совместное и самостоятельное решение	2/1

		задач	
	Системы линейных уравнений. Решение систем линейных уравнений по формулам Крамера. Решение системы *m* линейных уравнений с *n* неизвестными методом Гаусса. Решение систем линейных уравнений в матричной форме	Метод целесообразно подобранных задач, обучение в сотрудничестве, обсуждение методов решения практических задач, совместное и самостоятельное решение задач	4/2
	Арифметическое n-мерное векторное пространство	Метод целесообразно подобранных задач, обучение в сотрудничестве, обсуждение методов решения практических задач, совместное и самостоятельное решение задач	2/1
	Матрица и ее ранг. Критерий совместности системы m линейных уравнений с n неизвестными	Метод целесообразно подобранных задач, обучение в сотрудничестве, обсуждение методов решения практических задач, совместное и самостоятельное решение задач	2/1
	Комплексные числа	Метод целесообразно подобранных задач, обучение в сотрудничестве, обсуждение методов решения практических задач, совместное и самостоятельное решение задач	4/2
Семестр 2.			
Лекционное	Линейные (векторные) пространства	Лекция-беседа, объяснительно-иллюстративный метод обучения с элементами проблемного изложения, самостоятельная работа с литературой	10/6
	Линейные операторы векторные пространства	Лекция-беседа, объяснительно-иллюстративный метод обучения с элементами проблемного изложения, самостоятельная работа с литературой	6/3
Практическое	Линейные (векторные) пространства	Метод целесообразно подобранных задач, обучение в сотрудничестве, обсуждение	22/16

		методов решения практических задач, совместное и самостоятельное решение задач	
	Линейные операторы векторные пространства	Метод целесообразно подобранных задач, обучение в сотрудничестве, обсуждение методов решения практических задач, совместное и самостоятельное решение задач	10/6
Семестр 3			
Лекционное	Многочлены от одной переменной	Лекция-беседа, объяснительно-иллюстративный метод обучения с элементами проблемного изложения, самостоятельная работа с литературой	10/6
	Многочлены от нескольких переменных	Лекция-беседа, объяснительно-иллюстративный метод обучения с элементами проблемного изложения, самостоятельная работа с литературой	2/1
	Многочлены над числовыми полями	Лекция-беседа, объяснительно-иллюстративный метод обучения с элементами проблемного изложения, самостоятельная работа с литературой	4/2
Практическое	Многочлены от одной переменной	Метод целесообразно подобранных задач, обучение в сотрудничестве, обсуждение методов решения практических задач, совместное и самостоятельное решение задач	10/6
	Многочлены от нескольких переменных	Метод целесообразно подобранных задач, обучение в сотрудничестве, обсуждение методов решения практических задач, совместное и самостоятельное решение задач	2/1
	Многочлены над числовыми полями	Метод целесообразно подобранных задач, обучение в сотрудничестве, обсуждение методов решения практических задач, совместное и самостоятельное решение задач	4/3
Семестр 4			

Лекционное	Группы. Подгруппы.	Лекция-беседа, объяснительно-иллюстративный метод обучения с элементами проблемного изложения, самостоятельная работа с литературой	8/4
	Кольца. Подкольца. Поля	Лекция-беседа, объяснительно-иллюстративный метод обучения с элементами проблемного изложения, самостоятельная работа с литературой	6/3
	Делимость элементов в кольце	Лекция-беседа, объяснительно-иллюстративный метод обучения с элементами проблемного изложения, самостоятельная работа с литературой	2/1
Практическое	Группы	Метод целесообразно подобранных задач, обучение в сотрудничестве, обсуждение методов решения практических задач, совместное и самостоятельное решение задач	8/6
	Кольца. Поля	Метод целесообразно подобранных задач, обучение в сотрудничестве, обсуждение методов решения практических задач, совместное и самостоятельное решение задач	6/4
	Делимость элементов в кольце	Метод целесообразно подобранных задач, обучение в сотрудничестве, обсуждение методов решения практических задач, совместное и самостоятельное решение задач	2/1
			144/85

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Одним из назначений обучения математике является подготовка будущего учителя, владеющего приемами и навыками применения современного математического аппарата в профессиональной деятельности. Изучение алгебры направлено на создание фундамента математического образования, необходимого для изучения других дисциплин профессионального цикла и курсов по выбору.

Основные формы организации занятий: лекции, практические и самостоятельные занятия.

Лекции обеспечивают теоретическое изучение дисциплины и являются одним и

важнейших видов учебных занятий. На лекциях излагается основное содержание курса и делаются выводы об его применимости в других дисциплинах и практических приложениях.

Основная часть лекций представляет собой систематическое, логически строгое и доказательное изложение преподавателем определенных разделов изучаемой дисциплины. Часть лекций носит обзорный характер и, как правило, предваряет или заключает самостоятельное изучение отдельных теоретических вопросов. Лекции призваны раскрыть понятийный и методологический аппарат курса, выделить ключевые понятия и факты, необходимые для дальнейшего изучения смежных дисциплин. В ходе лекций систематически используются элементы проблемного изложения учебного материала. При чтении лекций изложение теоретического материала сопровождается примерами.

Не следует относиться к лекциям как к материалу, достаточному для глубокого освоения курса. Это скорее инструкции, методические рекомендации, которые необходимо дополнить чтением рекомендованной учебной литературы.

На практических занятиях формируются умения и навыки использовать изученный теоретический материал при решении задач «с бумагой и ручкой». Практическое занятие заканчивается получением задач и упражнений для самостоятельного решения дома, а также указанием теоретического материала, который необходимо повторить или самостоятельно изучить к следующему занятию.

При планировании и организации самостоятельной работы предусмотрено использование ее различных видов и форм, обеспечивающее гармоничное и оптимальное сочетание аудиторной и внеаудиторной работы, в ходе аудиторных занятий и во время консультаций ведется обучение приемам самостоятельной работы.

Контроль освоения дисциплины «Алгебра» обучающимся осуществляется в рамках балльно-рейтинговой системы, включающей текущую и промежуточную аттестации. При организации текущего контроля учитываются: посещаемость обучающимся аудиторных учебных занятий, качество подготовки к практическим занятиям, его работа на лекциях и практических занятиях, результаты выполнения всех предусмотренных видов самостоятельной работы. После проверки индивидуальных заданий и домашних, контрольных работ преподавателем в случае необходимости проводится индивидуальное собеседование и консультирование, после чего обучающийся проводит работу по устранению допущенных ошибок. В последующем обучающийся отчитывается о проделанной работе над ошибками на экзамене либо зачете.

По результатам текущего и промежуточного контроля составляется академический рейтинг обучающегося по каждой теме и выводится средний рейтинг по всем темам. По результатам итогового контроля обучающемуся засчитывается трудоемкость дисциплины в баллах, выставляется дифференцированная оценка в принятой системе баллов, характеризующая качество освоения обучающимся данной учебной дисциплины.

Формой промежуточной аттестации обучающихся в первом, втором и третьем семестрах являются зачеты. Обучающиеся допускаются к сдаче зачету только после выполнения всех предусмотренных видов самостоятельной и аудиторной работы.

Формой промежуточной аттестации обучающихся в четвертом семестре является экзамен. Обучающиеся допускаются к сдаче экзамена только после выполнения всех предусмотренных видов самостоятельной и аудиторной работы.

На экзамен и зачет каждый обучающийся представляет отчет о результатах работы над ошибками, допущенными в индивидуальных домашних заданиях.

7.1. План практических занятий

Семестр 1

Практическое занятие 1. Матрицы. Операции над матрицами.

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Выполните действия:

а) $\begin{pmatrix} 2 & 0 & 1 \\ -2 & 3 & 2 \\ 4 & -1 & 5 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 3 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & 1 \\ 0 & -1 & 3 \end{pmatrix}$; б) $\begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 & -3 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 1 & -4 \\ 3 & 1 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$

2. Найдите значение многочлена $f(x) = x^2 - 5x + 3$, где $x = A = \begin{pmatrix} 2 & -1 \\ -3 & 3 \end{pmatrix}$.

3. Вычислите AB – BA:

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 2 \\ -1 & 2 & 1 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 3 & 1 & -2 \\ 3 & -2 & 4 \\ -3 & 5 & -1 \end{pmatrix}.$$

Практическое занятие 2. Определители 2-3 порядков. Определители *n*-го порядка

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1.Вычислите определители:

а) $\begin{vmatrix} \sin\alpha & \cos\alpha \\ -\cos\alpha & \sin\alpha \end{vmatrix}$; б) $\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & -1 & 0 \end{vmatrix}$; в) $\begin{vmatrix} 2 & -3 \\ 4 & -1 \end{vmatrix}$; г) $\begin{vmatrix} -1 & 2 & 3 \\ -2 & 1 & 4 \\ 5 & -3 & 2 \end{vmatrix}$ д) $\begin{vmatrix} 3 & -4 \\ 5 & 2 \end{vmatrix}$; е) $\begin{vmatrix} \sin\alpha & \cos\alpha \\ \sin\beta & \cos\beta \end{vmatrix}$;

ж) $\begin{vmatrix} 2\sin\alpha\cos\alpha & 2\sin^2\alpha - 1 \\ 2\cos^2\alpha - 1 & 2\sin\alpha\cos\alpha \end{vmatrix}$; з) $\begin{vmatrix} 1 & \log_b a \\ \log_a b & 1 \end{vmatrix}$ и) $\begin{vmatrix} a+b & b+d \\ a+c & c+d \end{vmatrix}$

1) $\begin{vmatrix} -2 & 5 & 0 & -1 & 3 \\ 1 & 0 & 3 & 7 & -2 \\ 3 & -1 & 0 & 5 & -5 \\ 2 & 6 & -4 & 1 & 2 \\ 0 & -3 & -1 & 2 & 3 \end{vmatrix}$; 2) $\begin{vmatrix} 3 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 3 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 3 \end{vmatrix}$; 3) $\begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & a & b \\ 1 & a & 0 & c \\ 1 & b & c & 0 \end{vmatrix}$.

2.Найдите какие-либо решения уравнения:

$$\begin{vmatrix} 1 & x & x^2 & x^3 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} = 0.$$

Практическое занятие 3. Решение систем линейных уравнений методом Гаусса. Решение систем линейных уравнений по формулам Крамера

Типы задач для аудиторной и домашней работы

Решите системы линейных уравнений методом Гаусса:

1. $\begin{cases} 4x_1 + 2x_2 + 4x_3 - x_4 = 1 \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 = -3 \\ -2x_1 - 3x_2 - 7x_3 + 3x_4 = 14 \\ 8x_1 + 6x_2 + 12x_3 - 5x_4 = -13 \end{cases}$; 2. $\begin{cases} 2x_1 - 4x_2 + 3x_3 - 2x_4 = 3 \\ x_1 - 2x_2 - 2x_3 - x_4 = -2 \\ 3x_1 - 6x_2 + 5x_3 - 3x_4 = -5 \\ 4x_1 - 8x_2 - 3x_3 - 4x_4 = -3 \end{cases}$; 3. $\begin{cases} 2x_1 + 14x_2 + 9x_3 = 4 \\ x_1 + 4x_2 + 2x_3 = 4 \\ 2x_1 + 5x_2 - 3x_3 = 19 \end{cases}$.

Решите системы линейных уравнений по формулам Крамера:

1) $\begin{cases} 2x_1 - x_2 + 3x_3 = 3 \\ x_1 + x_2 + x_3 = 4 \\ 3x_1 - x_2 - x_3 = 0 \end{cases}$; 2) $\begin{cases} 2x_1 - x_2 + x_3 - x_4 = 1 \\ x_1 + 3x_2 - x_3 - x_4 = 0 \\ 3x_1 + 2x_2 + 3x_3 - 2x_4 = 1 \\ x_1 - x_2 - x_3 + x_4 = 2 \end{cases}$.

Решите системы линейных однородных уравнений

$$1)\begin{cases}4x_1+2x_2+4x_3-x_4=0\\2x_1+x_2+3x_3=0\\-2x_1-3x_2-7x_3+3x_4=0\\8x_1+6x_2+12x_3-5x_4=0\end{cases};\quad 2)\begin{cases}2x_1-4x_2+3x_3-2x_4=0\\x_1-2x_2-2x_3-x_4=0\\3x_1-6x_2+5x_3-3x_4=0\\4x_1-8x_2-3x_3-4x_4=0\end{cases};\quad 3)\begin{cases}2x_1+14x_2+9x_3=0\\x_1+4x_2+2x_3=0\\2x_1+5x_2-3x_3=0\end{cases}.$$

Практическое занятие 4. Обратная матрица. Матричные уравнения. Решение систем линейных уравнений в матричной форме

Типы задач для аудиторной и домашней работы

Решите матричное уравнение:

$A\times X\times B=C$, где $A=\begin{pmatrix}1 & 3\\2 & 7\end{pmatrix}$, $B=\begin{pmatrix}2 & 4\\3 & 1\end{pmatrix}$, $C=\begin{pmatrix}3 & 9\\-9 & 17\end{pmatrix}$.

Решите системы линейных уравнений в матричной форме, по формулам Крамера:

$$1)\begin{cases}2x_1-x_2+3x_3=9\\3x_1-5x_2+x_3=-4;\\4x_1-7x_2+x_3=5\end{cases}\qquad 2)\begin{cases}-2x_1+x_2+x_3=1\\3x_1-6x_2+3x_3=-2.\\x_1+x_2-2x_3=4\end{cases}$$

Индивидуальная работа.

Пример заданий представлен в оценочных материалах.

Практическое занятие 5. Арифметическое n-мерное векторное пространство

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Вычислите линейную комбинацию векторов $5b_1-6b_2+7b_3-b_4$, если $b_1=a_1-a_2+a_3$, $b_2=2a_1-a_2$, $b_3=a_1+2a_2-3a_3$, $b_4=a_1+a_2+2a_3$, где $a_1=(1;-1;2;-2)$, $a_2=(1;1;-1;-1)$, $a_3=(3;0;-1;2)$.

2. Решите уравнение $2a_1+3a_2-a_3-7x=a_4$, где $a_1=(-1;2;-3;4)$, $a_2=(-1;-1;-1;5)$, $a_3=(2;-5;-1;3)$, $a_4=(2;1;-2;-1)$.

3. Дана система векто-ров $a_1=(1;1;4;2)$, $a_2=(1;-1;-2;4)$, $a_3=(0;2;6;-2)$, $a_4=(-3;-1;3;4)$, $a_5=(-1;0;-4;-7)$.

Будет ли система векторов линейно зависима? Можно ли представить вектор a_5 в виде линейной комбинации векторов a_1, a_2, a_4?

Практическое занятие 6. Ранг матрицы. Исследование систем линейных уравнений

Типы задач для аудиторной и домашней работы

Найдите ранг матрицы различными способами $\begin{pmatrix}25 & 31 & 17 & 43\\75 & 94 & 53 & 132\\75 & 94 & 54 & 134\\25 & 32 & 20 & 48\end{pmatrix}$

Исследуйте и решите системы линейных уравнений:

$$1)\begin{cases}4x_1+3x_2-3x_3-x_4=4\\3x_1-x_2+3x_3-2x_4=1\\3x_1+x_2-x_4=0\\5x_1+4x_2-2x_3+x_4=0\end{cases};\quad 2)\begin{cases}x_1-2x_2+3x_3-4x_4=4\\x_2-x_3+x_4=-3\\x_1+3x_2-3x_4=1\\-7x_2+3x_3+x_4=-3\end{cases}.$$

Практическое занятие 7. Комплексные числа: алгебраическая форма записи комплексного числа. Действия над комплексными числами в алгебраической форме.

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Найдите действительные числа x и y, если:

1) $(x+3iy)+(2y-3ix)=1+2i$; 2) $(x-2iy)+(y+6ix)=1-3i$.

2.Решите уравнение:

1) $z + 2\bar{z} = 3 + i$; 2) $z \operatorname{Im} z = -i$.

3.Вычислите:

1) $\dfrac{(7+8i)(-2-3i)+(27+34i)}{(11-i)-(2+3i)(4+5i)}$; 2) $\dfrac{(2+i)^3+(1-i)^2}{(1+i)^3-(2+3i)^2}$.

4.Решите уравнение:

1) $9z^2 + 6z + 10 = 0$; 11) $z^2 - 6z + 11 = 0$.

Практическое занятие 8. Геометрическая интерпретация комплексного числа. Комплексные числа: тригонометрическая форма записи комплексного числа. Действия над комплексными числами в тригонометрической форме

Типы задач для аудиторной и домашней работы

На комплексной плоскости найдите все точки, изображающие комплексные числа z, удовлетворяющие следующим условиям:

1) $\begin{cases} |z| \geq 1 \\ |z+1| \leq 2 \end{cases}$; 2) $\operatorname{Im} z \geq 2$ *или* $\operatorname{Re} z < 3$.

Вычислите:

1) $\sqrt[5]{\dfrac{-\sqrt{3}+i\sqrt{3}}{\sqrt{75}-5i}}$; 2) $\sqrt[4]{\dfrac{1+i}{\sqrt{75}-5i}}$.

Семестр 2.

Практическое занятие 1. Линейное (векторное) пространство. Подпространство векторного пространства.

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Является ли векторным пространством над полем рациональных чисел множество чисел вида $a + b\sqrt{2},\ a,b \in Q$.
2. Проверьте, выполняются ли аксиомы векторного пространства для множества всех векторов некоторой плоскости с операциями сложения и умножения на действительные числа. Сложение геометрических векторов и умножение векторов на число определены обычным образом.
3. Покажите, что множество матриц вида $\begin{pmatrix} a & b \\ b & a \end{pmatrix}$, $a,b \in R$ является линейным подпространством линейного пространства квадратных матриц второго порядка с действительными элементами.
4. Является ли подпространством арифметического n-мерного векторного пространства с действительными координатами множество векторов из этого пространства, координаты которых удовлетворяют уравнению $x_1 + x_2 + \ldots + x_n = 0$.

Практическое занятие 2. Линейная зависимость векторов. Размерность и базис векторного пространства. Операции над векторами в координатах

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Является ли система векторов базисом соответствующего линейного пространства, если координаты векторов заданы в первоначальном базисе:

   а) $a_1 = (1;2;3)$, $a_2 = (-1;0;1)$, $a_3 = (2;-1;0)$, V_3, R;

   б) $a_1 = (1;-1;0;1)$, $a_2 = (2;2;3;-5)$, $a_3 = (1;-2;1;3)$, $a_4 = (3;0;4;-2)$, V_4, R.
2. Координаты всех векторов заданы в некотором базисе. Выясните, является ли система векторов базисом соответствующего пространства. Найдите координаты вектора x в этом базисе. Определите размерность пространства.

   а) $a_1 = (1;1;1)$, $a_2 = (1;1;2)$, $a_3 = (1;2;3)$, $x = (6;9;14)$;

   б) $a_1 = (1;-1;1;-1)$, $a_2 = (1;0;2;-1)$, $a_3 = (2;-1;4;1)$, $a_4 = (4;-2;7;0)$, $x = (1;-2;-1;2)$.

3. При каких значениях числа l система векторов $(l;1;0)$, $(1;l;1)$, $(0;1;l)$ образует базис:
   а) пространства Q_3; б) пространства R_3.
4. Найдите размерность и базис линейного пространства матриц второго порядка с действительными элементами над полем действительных чисел.

Практическое занятие 3. Матрица перехода от одного базиса к другому. Преобразование координат вектора при изменении базиса

1. Докажите, что любая из систем векторов является базисом линейного пространства V_3. Найдите матрицу перехода от базиса $\{e_1, e_2, e_3\}$ к базису $\{e_1', e_2', e_3'\}$.

$$e_1 = (1;0;0), \qquad e_1' = (1;0;1),$$
$$e_2 = (1;-1;0), \qquad e_2' = (-1;1;0),$$
$$e_3 = (1;-1;1), \qquad e_3' = (1;0;-1).$$

2. Дано линейное пространство V_3, $\{e_1, e_2, e_3\}$, $\{e_1', e_2', e_3'\}$ - базисы.

$$e_1' = e_1 + e_2$$
$$e_2' = 2e_1 - e_2 + e_3$$
$$e_3' = e_2 - 2e_3$$
$$a = e_1 + e_2 + e_3.$$

Найдите координаты вектора a в базисе $\{e_1', e_2', e_3'\}$.

Типы задач для аудиторной и домашней работы

Практическое занятие 4. Операции над подпространствами

Типы задач для аудиторной и домашней работы

Найдите размерность суммы и пересечения линейных подпространств, натянутых на векторы

1) L_1: $a_1 = (1;-1;1)$, $a_2 = (2;-1;3)$, $a_3 = (3;-2;5)$,
   L_2: $b_1 = (1;3;1)$, $b_2 = (-1;1;1)$.
2) L_1: $a_1 = (1;1;0;0)$, $a_2 = (0;1;1;0)$, $a_3 = (0;0;1;1)$,
   L_2: $b_1 = (1;0;1;;0)$, $b_2 = (0;2;1;1)$, $b_3 = (1;2;1;2)$

Практическое занятие 5. Пространство решений системы линейных однородных уравнений

Типы задач для аудиторной и домашней работы

Найдите пространство решений системы линейных уравнений:

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 - 3x_3 - 5x_4 = 0 \\ x_1 + 2x_2 + 3x_3 - 4x_4 = 0 \\ -x_1 + 2x_2 + 9x_3 = 0 \end{cases}.$$

Практическое занятие 6. Линейное многообразие решений системы линейных уравнений

Типы задач для аудиторной и домашней работы

Найдите линейное многообразие решений системы линейных уравнений:

$$\begin{cases} 12x_1 + 14x_2 - 15x_3 + 23x_4 + 27x_5 = 5 \\ 16x_1 + 18x_2 - 22x_3 + 29x_4 + 37x_5 = 8 \\ 18x_1 + 20x_2 - 21x_3 + 32x_4 + 41x_5 = 9 \\ 10x_1 + 12x_2 - 16x_3 + 20x_4 + 23x_5 = 4 \end{cases}.$$

Практическое занятие 7. Контрольная работа по теме «Линейные (векторные) пространства»

Пример заданий контрольной работы представлен в оценочных материалах.

Практическое занятие 8. Линейные пространства со скалярным умножением. Процесс ортогонализации базиса

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Дополните систему векторов до ортогонального базиса пространства R_4:

$$e_1 = (1;1;1;1),\ e_2 = (1;1;-1;-1).$$

2. Найдите нормированный вектор, дополняющий систему до ортогонального базиса пространства R_3:

$$a_1 = (\frac{2}{3};\frac{1}{3};\frac{2}{3}),\ a_2 = (\frac{1}{3};\frac{2}{3};-\frac{2}{3}).$$

3.Применяя процесс ортогонализации, постройте ортонормированный базис подпространства, натянутого на систему векторов:

$$e_1 = (1;1;-1;-1),\ e_2 = (1;3;3;1),\ e_3 = (2;4;2;0),\ e_4 = (1;0;-1;0).$$

Практическое занятие 9. Норма вектора и ее свойства. Ортонормированный базис

Типы задач для аудиторной и домашней работы

Применяя процесс ортогонализации, постройте ортонормированный базис подпространства, натянутого на систему векторов:

$$e_1 = (1;-1;2;2),\ e_2 = (3;-1;2;1),\ e_3 = (-5;1;3;5),\ e_4 = (0;2;1;0).$$

Практическое занятие 10. Решение задач по теме «Евклидовы пространства»

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Является ли векторным пространством над полем рациональных чисел множество чисел вида $a + bi$, где $a,b \in \mathbb{Q}$.

2. Векторы e_1, e_2, e_3, e_4 и x четырехмерного векторного пространства R_4 заданы своими координатами в некотором базисе. Докажите, что векторы e_1, e_2, e_3, e_4 сами образуют базис, и найдите координаты вектора x в этом базисе:

$$e_1 = (1,2,-1,-2),\ e_2 = (2,3,0,-1),\ e_3 = (1,2,1,0),\ e_4 = (1,3,-1,3),\ x = (7,14,-1,2).$$

3. Найдите размерность линейного подпространства L, натянутого на систему векторов

$$a_1 = (1,3,5,31),\ a_2 = (2,3,4,21),\ a_3 = (3,5,7,55),\ a_4 = (2,4,6,23).$$

Выясните, принадлежат ли этому подпространству векторы

$$b_1 = (1,-1,-3,-7),\ b_2 = (4,-2,-1,7).$$

Практическое занятие 11. Теоретический опрос по теме «Линейные (векторные) пространства»

Список теоретических вопросов представлен в оценочных материалах.

Практическое занятие 12. Линейные операторы

Типы задач для аудиторной и домашней работы

Является ли преобразование арифметического векторного пространства R_3 линейным? В случае линейности найдите матрицу данного линейного оператора относительно единичного базиса:

$$\varphi(x_1,x_2,x_3) = (x_1 - x_2, 3x_1 - x_2, x_3),\ \varphi(x_1,x_2,x_3) = (x_1, x_2 + 1, x_3 + 2).$$

Практическое занятие 13. Матрица линейного оператора. Связь между матрицами линейного оператора в различных базисах.

Типы задач для аудиторной и домашней работы

Линейный оператор φ векторного пространства R_2 переводит векторы e_1, e_2 соответственно в a_1, a_2. Найдите матрицу линейного оператора в базисе $e\text{¢}_1, e\text{¢}_2$.

$$e_1 = (1;1) \qquad a_1 = (0;2) \qquad e\text{¢}_1 = (1;0)$$
$$e_2 = (-2;3) \qquad a_2 = (-3;1) \qquad e\text{¢}_2 = (3;1)$$

Практическое занятие 14. Собственные векторы и собственные значения линейного оператора

Типы задач для аудиторной и домашней работы

Найдите собственные значения и собственные векторы оператора φ, заданного матрицей

$$A_j = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 1 \\ 3 & -2 & 1 \\ 3 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

Практическое занятие 15. Приведение квадратных матриц к диагональному виду

Типы задач для аудиторной и домашней работы

Приведите матрицу к диагональному виду

$$A_j = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -4 & 4 & 0 \\ -2 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

Решение задач по теме «Линейные операторы»

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Дано векторное пространство R_3, e_1, e_2, e_3 - базис пространства, φ - линейный оператор. Известно, что

$$j(e_1) = e_1 - e_2 + e_3,$$
$$j(e_2) = -e_1 + 2e_2 - e_3,$$
$$j(e_3) = e_2 - e_3.$$

Найдите образ вектора $x = (-2;3;5)$.

2. Линейное преобразование φ в базисе e_1, e_2, e_3 имеет матрицу A_j. Найдите его матрицу в базисе $e\text{¢}_1, e\text{¢}_2, e\text{¢}_3$.

$$e_1 = (8;-6;7), \qquad e\text{¢}_1 = (1;-2;1),$$
$$e_2 = (-16;7;-13), \quad A_j = \begin{pmatrix} 1 & -18 & 15 \\ -1 & -22 & 20 \\ 1 & -25 & 22 \end{pmatrix} \quad e\text{¢}_2 = (3;-1;2),$$
$$e_3 = (9;-3;7), \qquad e\text{¢}_3 = (2;1;2).$$

Практическое занятие 16. Отчет по индивидуальному заданию

Пример индивидуального задания представлен в оценочных материалах.

Теоретический опрос.

Семестр 3.

Практическое занятие 1. Степень многочлена. Свойства степени. Алгебраическое и функциональное равенство многочленов. Операции над многочленами.

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Выполните действия:

а) $(x^2 + x - 1)(2x^2 - x + 1)$;

б) $(2x - 1)^2 + (4x^3 + 2x^2 - x - 3) \times (x^2 + 4) - (x + 1)^3$;

в) $f(x)+\varphi(x)\cdot g(x)$, где $f(x)=x^3+7x^2+8$; $\varphi(x)=x^2-6x+4$; $g(x)=x-1$.

2. Докажите, что значение многочлена не зависит от значения переменной

$$f(x)=(x^2-3x+2)(2x+5)-(2x^2+7x+17)(x-4).$$

3. Не перемножая, запишите $f(x)$ в стандартном виде:

а) $f(x)=(x+2)(x+3)(x+4)$; б)* $f(x)=(x-1)(x+2)(x-3)$.

4. Многочлен f(x) разложите по степеням (x-c):

а) $f(x)=-3x^4+2x^3+4x^2-1,\quad c=2$;

б) $f(x)=4x^5+3x^3-2x^2+5x,\quad c=-2$.

Практическое занятие 2. Делимость многочленов. Деление многочлена на двучлен (x – c). Теорема Безу. Схема Горнера. Применение схемы Горнера к решению задач

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Найдите частное и остаток от деления многочлена f(x) на многочлен $\varphi(x)$, если:

а) $f(x)=5x^4-3x^5+3x-1$, $\varphi(x)=x+1-x^2$;

б) $f(x)=2x^4+x^3-5x^2-x+1$, $\varphi(x)=x^2-x$.

2. Найдите все значения a и b, при которых многочлен $f(x)=x^3+ax^2-x+b$ делится на $\varphi(x)=x^2-1$.

3.Докажите следствия из теоремы Безу:

а) $(x^n-a^n)\vdots(x-a)$ при $\forall n$;

б) $(x^{2n}-a^{2n})\vdots(x+a)$ при $\forall n$;

в) $(x^{2n+1}+a^{2n+1})\vdots(x+a)$ при $\forall n$.

4. Найдите $f(x_0)$ (по определению и по схеме Горнера):

а) $f(x)=5x^4-7x^3+8x^2-3x+7$, $x_0=3$;

б) $f(x)=x^4+2ix^3-(1+i)x^2-3x+(7+i)$, $x_0=-i$;

в) $f(x)=x^5+(1+2i)x^4-(1+3i)x^2+7$, $x_0=2-i$.

5. Найдите частное и остаток от деления $f(x)$ на $x-c$:

а) $f(x)=x^5-2x^4-x^3+2x+5$, $c=7$;

б) $f(x)=2x^4-3x^3+6x^2-10x+16$, $c=4$;

в) $f(x)=2x^6-2x^4+6x^3-8x+11$, $c=-\frac{3}{2}$;

г) $f(x)=x^3+x^2-x$, $c=1+2i$.

Практическое занятие 3. НОД, НОК многочленов. Представление НОД через исходные многочлены. Взаимно простые многочлены

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. С помощью алгоритма Евклида найдите наибольший общий делитель многочленов:

а) $f(x)=x^4+2x^3+2x^2+2x+2$ и $\varphi(x)=x^3+3x+2$;

б) $f(x)=2x^6-5x^5-14x^4+36x^3+86x^2+12x-31$ и
$\varphi(x)=2x^5-9x^4+2x^3+37x^2+10x-14$;

2. Пользуясь алгоритмом Евклида, подберите многочлены $M_1(x)$ и $M_2(x)$ так, чтобы выполнялось равенство $f(x)\cdot M_1(x)+\varphi(x)\cdot M_2(x)=d(x)$, где $d(x)=(f(x),\varphi(x))$, если $f(x)=2x^4+3x^3-3x^2-5x+2$; $\varphi(x)=2x^3+x^2-x-1$.

Практическое занятие 4. Кратные корни многочлена. Критерий кратности корня

Типы задач для аудиторной и домашней работы

Чему равен показатель кратности корня:

а) $x_0 = -1$ для многочлена $f(x) = x^6 - 6x^4 - 4x^3 + 9x^2 + 12x + 4$;

б) $x_0 = -3$ для многочлена $f(x) = x^6 - 15x^4 + 8x^3 + 51x^2 - 72x + 27$.

Практическое занятие 5. Приводимые и неприводимые над полем многочлены

Типы задач для аудиторной и домашней работы. Отделение кратных множителей многочлена

Разложите на неприводимые множители над полем действительных чисел:

1. $x^4 + 7x^2 + 16$
2. $x^6 + x^4 + x^2$
3. $x^7 - x^6 - x^5 + x^4 - x^3 + x^2 + x - 1$
4. $(x+1)(x+3)(x+5)(x+7)+15$

Отделите кратные множители многочлена:

1. $f(x) = 16x^4 - 8x + 3$;
2. $f(x) = x^4 + 3x^3 + 5x^2 + 5x + 2$;
3. $f(x) = 2x^5 - 7x^4 + 8x^3 - 2x^2 - 2x + 1$;
4. $f(x) = 8x^4 - 4x^3 - 6x^2 + 5x - 1$.

Теорема Виета

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Найдите условие, при котором $f(x) = x^5 + ax^3 + b$ имеет двойной корень, отличный от нуля.

2. Найдите условие, при котором $f(x) = x^5 + 10ax^3 + 5bx + c$ имеет тройной корень, отличный от нуля.

3.Многочлен $f(x)$ четвертой степени со старшим коэффициентом равным 1, имеет число -2 трехкратным корнем и при делении на $x+3$ дает остаток, равный -1. Найдите этот многочлен.

Практическое занятие 6. Многочлены от n переменных. Симметрические многочлены. Основная теорема теории симметрических многочленов

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Найдите частное от деления многочлена

$$f(x, y) = 3x^5 + y^5 + x^4y + xy^4 + 4x^3y^2 + 2x^2y^3$$

на многочлен $\varphi(x, y) = x^2y + xy^2 + 3x^3 + y^3$.

2. Разложите на множители:

а) $f(x,y,z) = x^3 + xyz + x^2z + y^2z - y^3$;

б) $f(x,y) = x^3 - 3xy^2 + 2y^3$;

в) $f(x,y) = x^4 + 6x^3y + 8x^2y^2 - 6xy^3 - 9y^4$.

3. Докажите, что если x+y+z=0, то $x^3 + y^3 + z^3 = 3xyz$.

4. Докажите, что $x^5 + y^5 - x^4y - xy^4 \geq 0$ при всех положительных значениях x и y.

5. Выразите через элементарные симметрические многочлены:

а) $f(x_1,x_2,x_3) = (x_1x_2 + x_3)(x_1x_3 + x_2)(x_2x_3 + x_1)$;

б) $f(x_1,x_2,x_3) = (x_1^2 + x_1x_2 + x_2^2)(x_1^2 + x_1x_3 + x_3^2)(x_2^2 + x_2x_3 + x_3^2)$.

6. Найдите значение симметрического многочлена $f(x_1,x_2,x_3)$ от корней многочле-на $\varphi(x)$:

а) $f(x_1,x_2,x_3) = x_1^3 + x_2^3 + x_3^3 - 3x_1x_2x_3$, $\varphi(x) = 2x^3 + x - 10$;

б) $f(x_1,x_2,x_3) = x_1^2x_2 + x_1x_2^2 + x_1^2x_3 + x_1x_3^2 + x_2^2x_3 + x_2x_3^2$, $\varphi(x) = 3x^3 - 2x^2 + x + 7$.

7.Избавьтесь от алгебраической рациональности в знаменателе дроби:

$$\frac{\sqrt[3]{3}+7}{\sqrt[3]{9}-2\sqrt[3]{3}-2}.$$

Практическое занятие 7. Многочлены над полем комплексных чисел. Многочлены над полем действительных чисел

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Докажите, что многочлен $f(x)$ делится на многочлен $g(x)$ тогда и только тогда, когда все комплексные корни многочлена $g(x)$ являются корнями многочлена $f(x)$.

2. Докажите, что при любых натуральных *l, k, m* много-член $f(x)=x^{3l}+x^{3k+1}+x^{3m+2}$ делится на многочлен $g(x)=x^2+x+1$.

3. Разложите многочлен на множители над полем комплексных чисел:

а) $f(x)=x^4+16$; б) $f(x)=x^4+4i$; в) $f(x)=x^2+(1+i)x+i$.

4. Разложите многочлены на неприводимые множители над полем действительных чисел:

а) $f(x)=x^2+2x+3$;

б) $f(x)=x^3+x+2$;

в) $f(x)=x^4+16$;

г) $f(x)=x^4-8x^3+8x-1$;

д) $f(x)=x^4+2x^3+3x^2+2x-3$.

5.Найдите многочлен наименьшей степени с действительными коэффициентами и старшим коэффициентом, равным 1, если он имеет двойной корень 1, простые корни 2 и $1+i$.

6.Решите уравнения:

а) $3x^3-8x+8=0$;

б) $x^3-3x^2+3=0$;

в) $x^3-3x^2-3x+11=0$.

Практическое занятие 8. Вычисление целых и рациональных корней многочлена с целыми коэффициентами. Разложение многочлена на неприводимые множители над полем рациональных чисел

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Найдите рациональные корни многочленов:

а) $f(x)=x^4+5x^3+9x^2-x-14$;

б) $f(x)=8x^4+2x^3 9x^2-2x+1$;

в) $f(x)=10x^4-13x^3+15x^2-18x-24$;

г) $f(x)=6x^4+19x^3-7x^2-26x+12$;

д) $f(x)=24x^5+10x^4-x^3-19x^2-5x+6$.

2.Пользуясь критерием Эйзенштейна, докажите неприводимость многочленов над полем рациональных чисел:

а) $f(x)=3x^4-15x^3+10x^2-20x+35$; б) $f(x)=x^3-12x^2+36x-12$.

Семестр 4.

Практическое занятие 1. Группы. Простейшие свойства групп

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Выясните, образует ли группу относительно сложения множество матриц ви-да $\begin{pmatrix} a & b \\ b & b \end{pmatrix}$ где $a,b \in R$.

2. Выясните, образует ли группу относительно сложения множество чисел ви-да $a+b\sqrt[3]{7}$, где $a,b \in Q$.

Практическое занятие 2. Подгруппы. Критерий подгруппы

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Выясните, образует ли подгруппу аддитивной группы комплексных чисел множество чисел вида $2a + 2bi$, где $a, b \in Z$.

2. Выясните, образует ли подгруппу аддитивной группы квадратным матриц второго порядка с рациональными элементами множество матриц вида $\begin{pmatrix} a & b \\ 2b & a \end{pmatrix}$, где $a, b \in Q$.

Практическое занятие 3. Порядок элемента группы. Циклические группы

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Найдите порядок элементов $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ $C = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$ в мультипликативной группе невырожденных квадратных матриц 2-го порядка с действительными элементами.

2. Докажите, что группа $(Z_9, +)$ является циклической. Найдите все ее образующие элементы.

Практическое занятие 4. Смежные классы. Разложение группы по подгруппе. Нормальные делители и фактор-группы. Изоморфизм групп

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Найдите фактор-группу аддитивной группы четных целых чисел по подгруппе чисел, кратных 8. Составьте таблицу сложения классов. Укажите нулевой и противоположные элементы.

2. Являются ли нормальными делителями симметрической группы 3-й степени подгруппы $(\{p_0, p_3\}, \circ)$ и $(\{p_0, p_2, p_4\}, \circ)$?

3. Докажите, что изоморфны группы $(Z, +)$ и $(5Z, +)$.

4. Докажите, что изоморфны группы $(Z, +)$ и $(G, \cdot)$, где $G = \{x \mid x = 3^t, t \in Z\}$.

Практическое занятие 5. Кольца. Простейшие свойства колец

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Выясните, является ли кольцом множество чисел вида $a + b\sqrt{2} + c\sqrt{3}$ с рациональными a, b, c.

2. Выяснить, является ли кольцом множество чисел вида $a + b\sqrt[3]{2}$, где $a, b \in Q$ относительно сложения и умножения.

Практическое занятие 6. Подкольца. Критерий подкольца

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Выясните, является ли подкольцом кольца комплексных чисел множество чисел вида $Z[i\sqrt{3}] = \{a + bi\sqrt{3} \mid a, b \in Z\}$.

2. Выясните, является ли подкольцом кольца квадратных матриц второго порядка с рациональными элементами множество матриц вида $\begin{pmatrix} a & b \\ 2b & a \end{pmatrix}$, $a, b \in Q$.

Практическое занятие 7. Поля. Идеалы кольца. Сравнения и классы вычетов по идеалу. Фактор-кольцо

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Является ли кольцо $\langle Z_7, +, \cdot \rangle$ полем?

2. Докажите, что множество $Q_{[\sqrt[3]{5}]} = \{a + b\sqrt[3]{5} + c\sqrt[3]{25} \mid a, b, c \in Q\}$ образует поле.

3. Постройте фактор-кольцо кольца $(Z, +, \cdot)$ по идеалу $J = (6)$. Составьте таблицы сложения и умножения классов. Укажите нулевой и единичный, противоположные и обратные элементы, если такие существуют. Является ли это кольцо полем?

4. Найдите сумму идеалов (3) и (6) в кольце $(Z,+,\times)$.

5. Какие из многочленов $x^3 - 8$, $x^3 + 8$, $x^2 - 4$, $x^2 + 4$, $4x^2 + 5x + 6$, $2x + 4$ принадлежат идеалу $(x + 2)$ кольца $(Z[x],+,\times)$?

6. Выясните, есть ли делители нуля в фактор-кольце кольца $(Z,+,\times)$ по идеалу $J = (5)$.

Практическое занятие 8. Область целостности. Делители нуля. Простейшие свойства делимости в коммутативном кольце. Обратимые и ассоциированные элементы. Простые и составные элементы области целостности

Типы задач для аудиторной и домашней работы

1. Являются ли элементы $3 + \sqrt{3}$ и $9 + 5\sqrt{3}$ кольца $(Z[\sqrt{3}],+,\times)$ ассоциированными, обратимыми?

2. Покажите, что в кольце $(Z[\sqrt{-3}],+,\times)$ число 4 разлагается в произведение неприводимых множителей двумя существенно различными способами.

3. Какие из чисел составные в кольце $(Z[i],+,\times)$: i, $-i$, $3 + i$, $1 - 3i$?

7.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Для организации регулярной и продуктивной учебной деятельности при изучении курса обучающимся в начале семестра выдаются (или представляются в электронном виде) раздаточные материалы, включающие рабочую программу дисциплины, расширенный список учебной литературы, список Интернет-ресурсов, материалы для организации текущего контроля и самостоятельной работы. Одновременно с этим обучающимся выдается пакет индивидуальных заданий для домашних работ, устанавливаются предельные сроки их выполнения и сдачи.

Самостоятельная работа обучающихся включает самостоятельное освоение части теоретического материала, выполнение домашнего задания, подготовку к практическим занятиям.

По дисциплине предусматривается текущий и промежуточный контроль. Текущий контроль знаний включает выполнение домашних заданий после каждого практического занятия, написание аудиторной контрольной работы и индивидуального (внеаудиторного) задания.

Задания для контроля самостоятельной работы

1. Домашние задания по каждой теме курса
2. Аудиторная контрольная работа
3. Индивидуальная работа

8. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине проводится в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся Университета и Филиала.

Обучающийся допускается к промежуточной аттестации по дисциплине в случае выполнения им учебного плана по дисциплине. В случае наличия учебной задолженности обучающийся отрабатывает пропущенные занятия в форме, предложенной преподавателем и представленной в настоящей программе.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) указаны в приложении к рабочей программе дисциплине.

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная литература

1. Бурмистрова, Е. Б. Линейная алгебра : учебник и практикум для академического бакалавриата / Е. Б. Бурмистрова, С. Г. Лобанов. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 421 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3588-2.

2. Курош, А.Г. Теория групп / А.Г. Курош. - Москва : Физматлит, 2011. - 805 с. - ISBN 978-5-9221-1349-6; [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457669

3. Ларин, С. В. Алгебра и теория чисел. Группы, кольца и поля : учебное пособие для академического бакалавриата / С. В. Ларин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 160 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05567-2.

4. Ларин, С. В. Алгебра: многочлены : учебное пособие для академического бакалавриата / С. В. Ларин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 136 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-07825-1.

5. Сборник задач по алгебре : в 2-х т. / ред. А.И. Кострикина. - Москва : Физматлит, 2007. - Т. 1. - Ч. I и II. Основы алгебры. Линейная алгебра и геометрия. - 263 с. - ISBN 978-5-9221-0583-5; [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82941.

6. Сборник задач по алгебре : в 2-х т. / ред. А.И. Кострикина. - Москва : Физматлит, 2007. - Т. 2. - Ч. III. Основные алгебраические структуры. - 263 с. - ISBN 978-5-9221-0726-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82942.

б) дополнительная литература

1. Бугров, Я. С. Высшая математика в 3 т. Т. 2. Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии : учебник для академического бакалавриата / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. — 7-е изд., стер. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 281 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03009-9.

2. Винберг Э.Б. Курс алгебры / Э.Б. Винберг. - М. : МЦНМО, 2011. - 591 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63299.

3. Ильин, В.А. Линейная алгебра : учебник / В.А. Ильин, Э.Г. Позняк. - 6-е изд., стереотип. - Москва : Физматлит, 2010. - 278 с. - (Курс высшей математики и математической физики. Вып. 4). - ISBN 978-5-9221-0481-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68974

4. Кремер, Н. Ш. Линейная алгебра : учебник и практикум для академического бакалавриата / Н. Ш. Кремер, М. Н. Фридман. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 309 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02350-3. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/B8B7FE48-028E-4707-BCDB-625FC196408E .

5. Линейная алгебра и аналитическая геометрия : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Е. Г. Плотникова, А. П. Иванов, В. В. Логинова, А. В. Морозова ; под ред. Е. Г. Плотниковой. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 340 с. — (Серия : Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-534-01179-1.

6. Потапов, А. П. Линейная алгебра и аналитическая геометрия : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / А. П. Потапов. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 309 с. — (Серия : Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-534-01232-3.

7. Сабитов, И. Х. Линейная алгебра и аналитическая геометрия : учебное пособие для академического бакалавриата / И. Х. Сабитов, А. А. Михалев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 258 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-08941-7.

8. Смолин, Ю. Н. Алгебра и теория чисел [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. Н. Смолин. — 4-е изд., стер. — М. : ФЛИНТА : Наука, 2012. — 464 с. - ISBN 978-5-9765-0050-1 (ФЛИНТА), ISBN 978-5-02-034913-1 (Наука) [Электронный ресурс]. - URL: http://znanium.com/catalog/product/456995.

9. Тыртышников, Е.Е. Основы алгебры : учебник / Е.Е. Тыртышников. - Москва : Физматлит, 2017. - 464 с. - Библиогр.: с. 449-450. - ISBN 978-5-9221-1728-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485535.

10. Шатрова Ю.С. Комплексные числа [Текст]: учеб. пособие / Ю.С. Шатрова. – Самара: ПГСГА, 2015.- 98 с.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Доступ к изданиям с помощью информационной библиотечной системы филиала МАРК-SQL посредством сети Интернет по адресу: http://library.sfmgpu.ru.

В Университете создана Электронная библиотека, которая регулярно пополняется.

Каждый обучающийся имеет индивидуальный логин и пароль к следующим ЭБС, содержащим издания по основным изучаемым дисциплинам.

Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» (ООО «НексМедиа»)

Договор № 30-140/03-25еп от 20.03.2025 г.

Срок действия с 03.04.2025 по 02.04.2026 г.

http://biblioclub.ru

По индивидуальным логинам и паролям, предоставляемым Исполнителем, из любой точки доступа в сеть Интернет, круглосуточно, без ограничения времени пользования.

Универсальная база данных ООО «ИВИС» (ООО «ИВИС»)

Гражданско-правовой договор на оказание услуг по подключению и обеспечению доступа к электронным БД ООО «ИВИС» № 30-1291/11-24еп от 26.11.2024

Срок действия с 01.01.2025 по 31.12.2025

http:// ebiblioteka.ru

По IP-адресу. Количество подключений – без ограничений.

База данных «Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU» (ООО «РУНЭБ»)

Гражданско-правовой договор на приобретение простой неисключительной лицензии на использование Электронных изданий в составе базы данных «НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА elibrary.ru» № 30-1247/11-24еп от 22.11.2024

Срок действия с 01.01.2025 по 31.12.2025

http://elibrary.ru

По IP-адресу. Количество подключений – без ограничений.

Электронная библиотечная система «ЮРАЙТ» (ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»)

Договор на оказание услуг по подключению и настройке доступа к образовательной платформе ЮРАЙТ № 30-245/03-24еп от 28.03.2024

Срок действия с 01.12.2024 по 30.11.2025

www.urait.ru

По индивидуальным логинам и паролям, предоставляемым Исполнителем, из любой точки доступа в сеть Интернет, круглосуточно, без ограничения времени пользования.

Электронная библиотечная система «ЭБС ZNANIUM» (ООО «ЗНАНИУМ»)

Гражданско-правовой договор автономного учреждения № 100 от 07.02.2025 г.

Срок действия с 27.03.2025 по 26.03.2026 г.

www.znanium.com

По индивидуальным логинам и паролям, предоставляемым Исполнителем, из любой точки доступа в сеть Интернет, круглосуточно, без ограничения времени пользования

Электронная библиотечная система «ЛАНЬ»

(ООО «Издательство ЛАНЬ»)

Гражданско-правовой договор автономного учреждения № 30-15/01-25еп от 23.01.2025 г.

Срок действия с 23.03.2025 по 22.03.2026г.

https://e.lanbook.com

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

- при подготовке рефератов используется программа MicrosoftWord;
- при подготовке презентаций – MicrosoftPowerPoint;
- при поиске информации – браузер GoogleChrome.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для реализации программы бакалавриата Филиал располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, которые предусмотрены учебным планом ОПОП, и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Филиал имеет помещения, расположенные по 3 адресам, (находящиеся в безвозмездном пользовании, оперативном управлении и арендованные), общая площадь которых составляет 4 408,1 кв. м.

В составе используемых помещений имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования, компьютерные классы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Филиала.

Обучающиеся Филиала проходят практику в соответствии с утвержденными, в установленном порядке, учебными планами и графиком учебного процесса в базовых учреждениях и организациях соответствующего профиля, с которыми заключены договора о сотрудничестве. В СФ МГПУ заключено более 120 долгосрочных и краткосрочных договоров о сотрудничестве с центрами развития детей, центрами дополнительного образования, учреждениями дошкольного образования, общеобразовательными учреждениями, центрами образования, гимназиями, лицеями, учреждениями среднего профессионального образования, территориальными управлениями образования, центрами социальной защиты населения, центрами социальной помощи семье и детям, государственными музеями, библиотеками, предприятиями.

Филиал подключен к сети «Интернет» и располагает локальной и единой вычислительной сетью. Имеет 7 серверов, 7 компьютерных классов, 30 мультимедийных аудиторий. Широкое распространение в управлении образовательным процессом, в проведении занятий для обучающихся, получили современные образовательные Интернет-технологии: видеоконференции и видеолекции, в Филиале имеется 2 профессиональных комплекта для проведения ВКС (видеоконференцсвязи). Конференц-зал оборудован системой синхронного перевода на 60 мест с возможностью одновременного перевода с 3 языков.

В филиале при организации и проведении учебного процесса используются 222 компьютера (111 ноутбуков, 4 планшетных компьютера, 17 мультимедийных проекторов, 19 телевизоров, 8 интерактивных досок, 21 принтер, 12 сканеров, 34 многофункциональных устройства). Преподаватели также активно используют в своей деятельности персональные компьютеры. Все компьютеры имеют доступ к сети Интернет. Корпуса объединены в локальную сеть с помощью оптоволоконного кабеля. Скорость передачи данных составляет до 100 Мбит/сек.

Рабочий и учебный процесс в филиале обеспечивается лицензионным программным обеспечением, используются обучающие компьютерные программы по отдельным дисциплинам и темам, профессиональные пакеты программ по направлениям подготовки,

программы компьютерного тестирования, программы для решения организационных, управленческих и экономических задач филиала.

В филиале функционирует медицинский кабинет (лицензия № ЛО-63-01-003850 от 12.08.2016), который снабжен необходимым оборудованием, медикаментами и мебелью. В филиале работает врач (заведующий мед. кабинетом).

Для питания обучающихся и сотрудников организована столовая, которая рассчитана на 132 посадочных места, и ее площадь составляет 122 кв.м. Столовая работает в течение всего дня, что позволяет обучающихся любой формы обучения и сотрудникам питаться в удобное время.

В состав Филиала входит библиотека с 2-я подразделениями. Общая площадь библиотеки - 274,72 кв.м. Библиотека имеет 2 читальных зала с количеством читательских мест 108. Объем фонда библиотеки составляет 48439 экз. ЭБС предоставляет доступ к более 150 тыс. наименований изданий и более 20 тыс. наименований журналов.

. Библиотека оснащена компьютерной и мультимедийной техникой, а существующий в филиале неограниченный доступ к сети Интернет позволяет обучающимся, преподавателям и научным сотрудникам воспользоваться электронными ресурсами любой библиотеки мира. Библиотечный фонд укомплектован печатными и электронными изданиями основной учебной литературы из расчета 0,5 экземпляра на 1 обучающегося бакалавриата.