Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра алгебры и математической логики

ОДОБРЕНО:
Руководитель ОП
_______________ Н.Г. Косарев
(подпись)
«13» июня 20 18 г.

Рабочая программа дисциплины
Алгебра

Уровень высшего образования:	бакалавриат
Квалификация выпускника:	бакалавр
Направление подготовки:	01.03.01 Математика
Направленность (профиль) образовательной программы:	Математика
Тип образовательной программы:	программа академического бакалавриата

Иваново

1. Цели освоения дисциплины «Алгебра»:

-получение студентами базовых знаний по общей теории систем линейных уравнений (включая теорию определителей, теорию линейной зависимости и теорию матричных рангов), по матричной алгебре и теории многочленов (над полями), по линейной алгебре (включая теорию линейных пространств, линейных отображений и билинейных функций), по общей алгебре (включая теорию групп и теорию колец);

-формирование у студентов способности решать стандартные задачи по перечисленным выше разделам алгебры;

-формирование у студентов общей математической культуры (в том числе способности к осмысленному восприятию и воспроизведению определений математических понятий, теорем и их доказательств, а также способности к самостоятельным математическим рассуждениям.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Алгебра» включена в базовую часть учебного плана (Б1.Б.14).

Дисциплина «Алгебра» лежит в основе всего математического образования и используется во всех математических дисциплинах, входящих в ОП, в том числе в следующих дисциплинах «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Дифференциальная геометрия и топология», «Численные методы», «Дискретная математика», «Математическая логика и теория алгоритмов», «Теория чисел», «Дополнительные главы алгебры», «Математические методы в естествознании», «Функциональный анализ», «История, методология и основания математики».

Дисциплина «Алгебра» создаёт базу для научной работы студентов в рамках написания курсовых и квалификационных работ. На этой дисциплине основаны все магистерские курсы алгебраического цикла и все дисциплины алгебраического цикла для аспирантов, работающих по научной специальности 01.01.06 – Математическая логика алгебра и теория чисел.

Дисциплина опирается на следующие (параллельно изучаемые) дисциплины учебного плана: «Математический анализ» и «Аналитическая геометрия». Эти дисциплины доставляют материал для примеров и служат сферой ключевых приложений алгебры.

Для успешного изучения дисциплины «Алгебра» необходимы также «входные» знания и умения в области математики, полученные в процессе обучения по программе средней школы, в том числе обучающийся должен

знать содержание «школьного курса математики»,

уметь решать алгебраические уравнения и неравенства, преобразовывать алгебраические выражения, решать геометрические и тригонометрические задачи,

владеть навыками математических рассуждений и доказательств.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина

Учебным планом при освоении данной дисциплины предусмотрено формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

- общепрофессиональные (ОПК):

ОПК-1. Готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности;

ОПК-2. Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

- профессиональные (ПК):

ПК-1. Способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области.

ПК-2. Способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики.

ПК-3. Способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата.

3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с формируемыми компетенциями

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: фундаментальные алгебраические понятия и классические алгебраические результаты (теоремы) с доказательствами по следующим разделам алгебры: общая теория систем линейных уравнений (включая теорию определителей, теорию линейной зависимости и теорию матричных рангов), матричная алгебра и теория многочленов (над полями), основы линейной алгебры (включая теорию линейных пространств, линейных отображений и билинейных функций), основы общей алгебры, включая теорию групп и теорию колец (ОПК-1, ПК-1, ПК-3). По каждому из перечисленных выше разделов алгебры знать постановки и методы решения стандартных задач вычислительного характера (ПК-2).

Уметь: осмысленно воспринимать и воспроизводить математические определения, теоремы и доказательства (ПК-3), логически мыслить, самостоятельно рассуждать и доказывать простые утверждения (ПК-3), устанавливать логические связи между понятиями, корректно формулировать и осмысленно решать стандартные задачи вычислительного характера, в том числе решать системы линейных уравнений, вычислять определители, исследовать системы векторов на линейную зависимость, находить ранг матрицы, вычислять обратную матрицу, работать с комплексными числами, находить корни многочленов и НОД двух многочленов, строить базисы в подпространствах конечномерных линейных пространств, находить базисы ядра и образа линейного отображения, находить собственные векторы и собственные значения для линейных операторов, строить ортогональные базисы в конечномерных евклидовых пространствах, иллюстрировать на конкретных примерах простейшие свойства групп и колец (ПК-2).

Владеть: достаточным уровнем математической культуры, навыками самостоятельной исследовательской работы на основе глубоких знаний и постоянных размышлений над алгебраической задачей (или проблемой) (ПК-2, ПК-1), определенным уровнем математической интуиции, достаточным уровнем информационной и библиографической культуры в процессе поиска необходимой информации (ОПК-2).

4. Объем и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 21 зачетную единицу (756 академических часов).

4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа

Объем иной контактной работы и самостоятельной работы обучающегося по дисциплине указан в учебном плане образовательной программы.

№ п/п	Разделы (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем (в ак.часах, по очной форме обучения)		Формы текущего контроля успеваемости (по очной форме обучения) Формы промежуточной аттестации
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	
1.	Введение в алгебру				
1.1	Первоначальные сведения о системах линейных уравнений и теория определителей	1	18	24	Экзамен
1.2	Арифметические пространства, теория линейной зависимости и ранга, общая теория систем линейных уравнений, матричная алгебра	1	18	24	
1.3	Комплексные числа и многочлены	1	18	24	
	Итого за 1-й семестр		54	72	
2	Линейная алгебра				
2.1	Линейные пространства и подпространства	2	16	20	Экзамен
2.2	Линейные отображения линейных пространств	2	16	20	
2.3	Линейные отображения линейных пространств	2	16	24	
	Итого за 2-й семестр		48	64	
3.	Алгебраические системы				
3.1	Первоначальные сведения о группах и кольцах	3	6	10	Тест
3.2	Элементы теории групп	3	16	22	Контрольная работа
3.3	Элементы теории колец	3	14	22	Контрольная работа
	Итого за 3-й семестр		36	54	Экзамен
	Итого по дисциплине		172	172	

4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

1. ВВЕДЕНИЕ В АЛГЕБРУ

Раздел 1.1. Первоначальные сведения о системах линейных уравнений и теория определителей

Понятие системы линейных уравнений и ее решения. Нахождение решений треугольных, трапециевидных и ступенчатых систем линейных уравнений. Переход к равносильной системе линейных уравнений с помощью элементарных преобразований. Метод Гаусса приведения системы линейных уравнений к ступенчатому виду и алгоритм приведения матрицы к ступенчатому виду с помощью элементарных преобразований строк.

Отображения множеств, их умножение, биективные и обратимые отображения. Перестановки и подстановки, их четность.

Общее понятие определителя, вычисление определителей порядка 2 и 3. Сохранение определителя при транспонировании, и его поведение при перестановке строк. Понятие минора и алгебраического дополнения элемента определителя. Теорема о разложении определителя по строке и ее простейшие следствия. Поведение определителя при элементарных преобразованиях строк. Вычисление определителей методом понижения порядка с применением элементарных преобразований.

Формулы Крамера для решения систем линейных уравнений.

Раздел 1.2. Арифметические пространства, теория линейной зависимости и ранга, общая теория систем линейных уравнений, матричная алгебра

Понятие арифметического пространства, линейной зависимости системы векторов и линейной выражаемости вектора через систему векторов. Сведение вопроса о линейной зависимости и линейной выражаемости к решению системы линейных уравнений. Понятие максимальной линейно независимой подсистемы. Основная теорема о линейной зависимости и ее использование для обоснования равномощности любых двух максимальных линейно независимых подсистем данной системы векторов. Понятие ранга системы векторов.

Теорема о ранге матрицы, т.е. о совпадении ее строчечного ранга со столбцовым рангом и с максимальным порядком отличных от нуля миноров данной матрицы. Вычисление ранга матрицы с помощью элементарных преобразований. Нахождение базисного минора матрицы.

Общая теория систем линейных уравнений. Теорема Кронекера – Капелли.

Сложение и умножение матриц, ассоциативность умножения. Мультипликативное свойство определителя. Обратная матрица и критерий ее существования на языке определителей. Вычисление обратной матрицы с помощью присоединенной матрицы и с помощью элементарных преобразований строк. Матричная интерпретация системы линейных уравнений.

Раздел 1.3. Комплексные числа и многочлены

Понятие алгебраической операции на множестве. Понятие группы, кольца, поля. Примеры числовых и матричных колец.

Построение поля комплексных чисел. Алгебраическая и тригонометрическая формы комплексного числа. Операции над комплексными числами в алгебраической и тригонометрической форме. Понятие модуля комплексного числа и сопряжения к комплексному числу, геометрический смысл этих понятий. Решение квадратных уравнений в поле комплексных чисел. Формула Муавра. Извлечение корня из комплексного числа. Корни из 1 и их геометрическая интерпретация.

Построение кольца многочленов над полем. Теорема о делении с остатком для многочленов. Понятие делимости и ассоциированности в кольце многочленов. Наибольший общий делитель двух многочленов и его вычисление с помощью алгоритма Евклида. Неприводимые многочлены и их простейшие свойства, связанные с делимостью. Теорема о разложении многочлена над полем в произведение неприводимых сомножителей. Понятие кратности множителя. Метод отделения кратных множителей многочлена, основанный на понятии производной многочлена. Корни многочлена и теорема Безу. Понятие кратности корня многочлена. Схема Горнера. Нахождение рациональных корней многочлена с рациональными коэффициентами. Критерий Эйзенштейна неприводимости многочлена над полем рациональных чисел. Алгебраически замкнутые поля. Основная теорема алгебры об алгебраической замкнутости поля комплексных чисел. Теорема о разложении многочлена с действительными коэффициентами на множители первой и второй степени над полем действительных чисел.

2. ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА

Раздел 2.1. Линейные пространства и подпространства

Аксиомы линейного пространства. Подпространства и их простые свойства. Линейная оболочка системы векторов и линейная выражаемость. Линейная зависимость и линейная независимость системы векторов. Теорема Штейница и совпадение мощностей любых двух эквивалентных между собой линейно независимых систем векторов. Базис и размерность линейного пространства. Нахождение базиса линейной оболочки системы векторов.

Пространство решений однородной системы линейных уравнений и зависимость его размерности от ранга системы. Фундаментальная система решений однородной системы линейных уравнений. Связь общего решения неоднородной системы линейных уравнений с общим решением соответствующей однородной системы.

Сумма и пересечение двух подпространств, связь между их размерностями. Вычисление базисов суммы и пересечения линейных оболочек двух систем векторов. Прямые суммы подпространств.

Координатная строка вектора в данном базисе и ее изменение при переходе к новому базису. Матрица перехода от одного базиса к другому.

Раздел 2.2. Линейные отображения линейных пространств

Линейные отображения линейных пространств, их простейшие свойства. Изоморфные пространства. Изоморфизм между конечномерным линейным пространством и арифметическим пространством. Ядро и образ линейного отображения, связь между рангом и дефектом линейного отображения. Фактор-пространство и естественное отображение. Алгебра линейных операторов.

Матрица линейного отображения. Существование линейного отображения с заданной матрицей. Изоморфизм алгебры линейных операторов конечно-мерного линейного пространства и матричной алгебры. Изменение координатной строки вектора при линейном отображении. Вычисление базиса ядра и образа линейного отображения, заданного матрицей. Изменение матрицы линейного отображения при переходе к новым базисам. Подпространства, инвариантные относительно данного линейного оператора. Разложение линейного оператора в прямую сумму. Структура матрицы линейного оператора, разложенного в прямую сумму.

Характеристический многочлен матрицы, его сохранение при сопряжении матрицы. Матрица Фробениуса многочлена. Характеристический многочлен линейного оператора. Собственные векторы и собственные значения линейного оператора. Совпадение множества всех собственных значений линейного оператора с множеством всех корней его характеристического многочлена. Собственные подпространства и нахождение их базисов. Диагонализируемость линейного оператора и ее достаточные условия. Теорема Гамильтона – Кэли об аннулировании линейного оператора своим характеристическим многочленом.

Разложении линейного оператора в прямую сумму, связанное с разложением характеристического многочлена этого оператора в произведение взаимно простых сомножителей. Корневые подпространства линейного оператора. Теорема о разложении линейного пространства в прямую сумму корневых подпространств линейного оператора. Жорданова нормальная форма матрицы линейного оператора и жорданов базис. Условия существования жордановой нормальной формы и методы ее вычисления. Сведение задачи о построении жорданова базиса линейного оператора к нахождению такого базиса для нильпотентных операторов. Построение жорданова базиса нильпотентного оператора методом диаграмм.

Линейные функционалы и сопряженное пространство.

Раздел 2.3. Билинейные функции на линейных пространствах

Билинейные функции на линейных пространствах и их матрицы. Симметричные билинейные функции и ортогональность. Существование ортогонального базиса в конечномерном пространстве с симметричной билинейной функцией на полем характеристики, отличной от 2.

Существование ортонормированного базиса в конечномерном действительном пространстве с симметричной билинейной функцией. Закон инерции для конечномерных действительных пространств с билинейной симметричной функцией. Критерий изоморфности таких пространств. Критерий Сильвестра положительной определенности действительной симметричной билинейной функции.

Евклидовы пространства. Понятие нормы вектора. Неравенство треугольника, теорема Пифагора. Линейная независимость ортогональной системы векторов евклидова пространства. Алгоритм дополнения ортогональной системы векторов до ортогонального базиса. Нахождение базиса ортогонального дополнения линейной оболочки системы векторов евклидова пространства. Метод ортогонализации Грама – Шмидта для нахождения ортогонального базиса линейной оболочки системы векторов евклидова пространства.

Самосопряженные операторы конечномерного евклидова пространства и существование для таких операторов ортонормированных базисов, в которых матрицы этих операторов диагональны. Ортогональные операторы и их матрицы.

Квадратичные формы и их матрицы. Линейные преобразования квадратичных форм и матрицы этих преобразований. Изменение матрицы квадратичной формы при линейном преобразовании. Поляризация квадратичной формы относительно данного базиса как понятие, связывающее квадратичные формы с билинейными симметричными функциями. Приведение квадратичной формы к каноническому виду над полем характеристики отличной от 2. Метод Лагранжа. Закон инерции и критерий Сильвестра для действительных квадратичных форм. Приведение квадратичной формы к главным осям.

3. Алгебраические системы

Раздел 3.1. Первоначальные сведения о группах и кольцах

Алгебраические операции на множестве. Понятие алгебраической системы. Полугруппы. Моноиды. Обратимые элементы моноида. Равносильные определения группы. Примеры групп. Абелевы группы. Порядок конечной группы. Отношение эквивалентности. Группа вычетов. Подгруппы. Описание подгрупп группы Z. Понятие кольца. Группа обратимых элементов кольца с 1. Общая линейная группа как группа обратимых элементов матричного кольца. Специальная линейная группа. Кольцо вычетов по данному модулю. Поле вычетов по простому модулю.

Отображения и подстановки. Отображения множеств. Группа биективных преобразований множества и группа подстановок. Группа четных подстановок. Группы биективных преобразований в геометрии. Группы симметрий правильных многоугольников и многогранников.

Раздел 3.2. Элементы теории групп

Гомоморфизмы групп, их свойства. Ядро и образ гомоморфизма. Изоморфные группы. Абстрактные свойства групп. Теорема Кэли о вложении произвольной группы в группу преобразований. Линейные группы. Вложение произвольной конечной группы в общую линейную группу. Группа автоморфизмов.

Циклические группы. Порядок элемента группы, его свойства. Выражение порядка степени элемента через порядок этого элемента. Циклическая подгруппа и совпадение её порядка с порядком порождающего элемента. Циклические группы и их описание с точностью до изоморфизма. Теорема о подгруппах циклической группы.

Системы порождающих в группах. Подгруппы, порождённые множеством элементов – равносильные определения. Конечно порождённые группы. Локальная цикличность группы Q. Квазициклическая группа и описание её подгрупп.

Смежные классы. Отношение сравнимости по модулю подгруппы. Левые и правые смежные классы группы G по подгруппе H как классики сравнимости и как множества вида xH и Hx. Равномощность множества всех левых и множества всех правых смежных классов группы по подгруппе. Индекс подгруппы. Теорема Лагранжа о конечных группах. Теорема Эйлера и другие следствия из теоремы Лагранжа. Нормальные подгруппы. Равносильные определения нормальной подгруппы. Нормальность подгруппы индекса 2.

Фактор-группы. Фактор-группа и естественный гомоморфизм. Нормальные подгруппы как ядра групповых гомоморфизмов. Теоремы о гомоморфизмах групп. Применение третьей теоремы о гомоморфизмах к описанию подгрупп группы вычетов. Теоремы об изоморфизмах групп.

Прямые произведения групп. Равносильные определения внутреннего прямого произведения. Внешнее прямое произведение групп и его связь с внутренним. Неразложимые группы. Разложение конечной абелевой группы в прямое произведение примарных компонент.

Теорема о строении конечной абелевой группы и её следствие – теорема о цикличности мультипликативной группы конечного поля.

Раздел 3.3. Элементы теории колец

Кольца и подкольца - определение и примеры. Понятие поля и целостного кольца. Идеалы колец. Левые, правые и двусторонние идеалы колец. Пример левого идеала, не являющегося правым. Главные идеалы. Простые кольца. Характеризация коммутативных простых колец. Простота матричного кольца над полем.

Гомоморфизмы колец, их свойства. Ядро и образ гомоморфизма. Вложение произвольного кольца в кольцо с единицей. Изоморфные кольца. Фактор-кольцо и естественный гомоморфизм. Двусторонние идеалы как ядра гомоморфизмов колец. Теоремы о гомоморфизмах и изоморфизмах колец. Максимальные идеалы. Критерий максимальности идеала в коммутативном кольце с единицей.

Поле частных целостного кольца. Вложение целостного кольца в поле частных. Конечные и алгебраические расширения полей. Алгебраичность конечного расширения. Теорема о степени для башни конечных расширений. Теорема о строении простого алгебраического расширения и освобождение от иррациональности в знаменателе. Замкнутость множества всех алгебраических чисел относительно основных операций. Поле алгебраических чисел.

Отношение делимости в целостных кольцах. Делимость и ассоциированность, их свойства. Неразложимые и простые элементы. Факториальные кольца. Равносильные определения факториального кольца. Кольца главных идеалов. Существование и линейное выражение НОД в кольце главных идеалов. Факториальность кольца главных идеалов. Евклидовы кольца. Евклидово кольцо как частный случай кольца главных идеалов. Примеры евклидовых колец (кольцо гауссовых целых чисел и другие). Примеры целостных не факториальных колец (с нарушениями существования и однозначности разложения на неразложимые множители). Делимость в кольцах многочленов. Факториальность кольца многочленов над факториальным кольцом и предварительный результат – лемма Гаусса о примитивном многочлене. Условие необходимое и достаточное для того, чтобы кольцо многочленов над целостным кольцом было кольцом главных идеалов.

5. Образовательные технологии

Технология проблемного обучения – демонстрация на лекциях и практических занятиях проблемных ситуаций. Проблемы учебного характера как правило формулируются в виде задач и решаются студентами самостоятельно и на практических занятиях под руководством и при поддержке преподавателя. Решение каждой задачи – это не только формулы; оно должно иметь четкую логическую структуру, содержать необходимые доказательства, пояснения, комментарии, ссылки на теоретические факты.

Информационные технологии: технологии смешанного обучения, использование компьютерных презентаций, обеспечение студентов текстами лекций в электронной форме.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов состоит в следующем: еженедельное работа с рукописными и электронными конспектами лекций (материалы выдаются студентам по мере необходимости), изучение литературы указанной в разделе 8 рабочей программы, выполнение домашних заданий (задания выдаются на каждом практическом занятии, и, при необходимости, в системе электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет» https://uni.ivanovo.ac.ru), подготовка к решению задач, предлагаемых на экзамене (разработаны комплекты типовых задач), подготовка к экзаменам (вопросы и другие материалы для сдачи экзаменов доступны каждому студенту как в бумажном виде (в ауд. 326 первого уч. корпуса) так и в системе «Мой университет»). Методические пособия по данному курсу находятся в библиотечных фондах ИвГУ, их выходные данные представлены в **приложениях** к рабочей программе. Там же представлены и другие методические материалы по данной дисциплине.

7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Итоговой формой контроля является устный экзамен, который проводится 3 раза – по результатам каждого из трех семестров (см. раздел 4). Экзаменационный билет содержит 2 вопроса. Кроме того, студенту выдается задача. Ответ на каждый вопрос оценивается отдельно следующим образом.

Критерии и шкала оценки ответа на экзаменационный вопрос.

Если студент демонстрирует знание основных понятий и классических результатов алгебры, входящих в программу экзамена, то оценка должна быть положительной.

Если наряду с перечисленным выше студент осмысленно воспроизводит доказательства математических теорем, четко и аккуратно формулирует математические высказывания, демонстрирует глубокие знания и достаточный уровень математической культуры, то ему выставляется либо оценка «хорошо» либо оценка «отлично».

Если наряду с перечисленным выше студент умеет самостоятельно доказывать математические теоремы на основе глубоких знаний и математической интуиции, способен к научной дискуссии и к самостоятельной исследовательской деятельности в области математики, то ему выставляется оценка «отлично».

Критерии и шкала оценки решения задачи:

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент знает подходы и методы решения предложенной ему задачи, но в процессе решения допустил существенную вычислительную или логическую ошибку.

Оценка «хорошо» ставится, если задача решена правильно (или с незначительной ошибкой, которую студент самостоятельно устранил по ходу ответа), но решение сделано по «формальной схеме» и не подкрепляется глубокими знаниями.

Оценка «отлично» ставится, если задача решена правильно (или с незначительной ошибкой, которую студент самостоятельно устранил по ходу ответа) и при этом решение задачи подкрепляется глубокими знаниями и высоким уровнем математической культуры.

Критерии и шкала итоговой оценки на экзамене.

В качестве итоговой оценки берется результат округления среднего значения следующих трех показателей: оценка ответа на первый экзаменационный вопрос, оценка ответа на второй экзаменационный вопрос, оценка решения задачи (или средняя оценка за решение задач, предложенных студенту на экзамене и на контрольных работах текущего семестра, если контрольные работы предусмотрены в данном семестре).

Предусмотрено несколько контрольных работ, каждая из которых включает одну или несколько задач, оцениваемых с учетом приведенного выше критерия.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1.Кострикин, А.И. Введение в алгебру : учебник / А.И. Кострикин. - М. : МЦНМО, 2009. - Ч. 1. Основы алгебры. - 273 с. - ISBN 978-5-94057-453-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63140

2.Кострикин, А.И. Введение в алгебру : учебник / А.И. Кострикин. - М. : МЦНМО, 2009. - Ч. 2. Линейная алгебра. - 368 с. - ISBN 978-5-94057-454-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63144

3.Кострикин, А.И. Введение в алгебру : учебник / А.И. Кострикин. - М. : МЦНМО, 2009. - Ч. 3. Основные структуры алгебры. - 272 с. - ISBN 978-5-94057-455-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=62951

4. Клетеник Д. В. Сборник задач по аналитической геометрии / Под ред. Н. В. Ефимова. – 14 изд., испр. – М.: Наука, 1986. 106 экземпляров.

5. Кострикин А. И. Введение в алгебру. М.: Наука, 1977.- 495 с. 108 экземпляров.

6. Курош А. Г. Курс высшей алгебры. 11-е изд, стереотип. – М.: Наука, 1975. 43 экземпляра.

7. Фаддеев Д. К. Сборник задач по высшей алгебре. - 11 –е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1977. – 288 с. 120 экземпляров.

8. Яцкин Н. И. Алгебра: Теоремы и алгоритмы: Учеб. пособие. Иваново: ИвГУ, 2008. – 606 с. – 98 экз.

Дополнительная литература:

1.Сборник задач по алгебре : задачник / под ред. А.И. Кострикин. - М. : МЦНМО, 2009. - 404 с. - ISBN 978-5-94057-413-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63274

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет» https://uni.ivanovo.ac.ru

Общероссийский математический портал http://www.mathnet.ru/

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru

Электронная библиотека ИвГУ http://lib.ivanovo.ac.ru

Электронный каталог НБ ИвГУ http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и(или) LibreOffice, интернет-браузер Microsoft Edge и(или) Yandex Browser.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории:

- для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;

- для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения;

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование: доска, проектор для презентаций.

Автор(ы) рабочей программы дисциплины: профессор кафедры алгебры и математической логики ИвГУ, доктор физико-математических наук Азаров Дмитрий Николаевич

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры алгебры и математической логики

«29» августа 2016 г., протокол № 1

Программа обновлена
протокол заседания кафедры № 1 от «31» августа 2017 г.

Программа обновлена
протокол заседания кафедры № 6 от «2» июня 2018 г.

Программа обновлена
протокол заседания кафедры № 1 от «30» августа 2019 г..

Согласовано:
Руководитель ОП ____________ П.Г. Кононенко
(подпись)