

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
качеству образования – первый
проректор


подпись

«28» мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.28 АЛГЕБРА

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль) Математика, Информатика

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины «АЛГЕБРА» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (по профилю «Математика», «Информатика»)

Программу составил:

Г.Н. Титов, канд. физ.-мат. наук, доцент

Титов

Рабочая программа дисциплины «АЛГЕБРА» утверждена на заседании кафедры функционального анализа и алгебры «13» апреля 2021 г., протокол № 9

Заведующая кафедрой (разработчика) Барсукова В.Ю.

Барсукова В.Ю.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук «12» мая 2021 г, протокол № 3

Председатель УМК факультета Шмалько С.П.

Шмалько С.П.

Рецензенты:

Терещенко И.В., заведующий кафедрой общей математики ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», кандидат физ.-мат. наук, доцент;

Гаркуша О.В., доцент кафедры информационных технологий ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», кандидат физ.-мат. наук, доцент.

1. Цели и задачи освоения дисциплины.

1.1 Цель освоения дисциплины

Курс «Алгебра» ставит своей целью ознакомить студентов 1-го и 2-го курсов факультета математики и компьютерных наук (по направлению 44.03.05) в течении второго и третьего семестров со следующими основными понятиями алгебры: группа, кольцо, поле, алгебра, комплексное число, многочлен, евклидово и унитарное пространства, квадратичная форма, отображение, подгруппа, фактор-группа, линейное отображение векторных пространств, собственные значения и собственные векторы линейного оператора, сопряженное отображение, нормальный оператор, унитарный (ортогональный) и эрмитов (симметрический) операторы.

1.2. Задачи дисциплины

Достижение цели обучения обеспечивается решением следующих задач:

- овладение основными понятиями и фактами в объеме предлагаемого курса «Алгебра»;
- формирование у студентов знаний, умений (умение классифицировать алгебраические системы с иллюстрацией на примерах групп, колец, полей, алгебр, векторных пространств со скалярным произведением) и навыков достаточно свободного оперирования указанными понятиями;
- овладение навыками алгебраического подхода к решению некоторых задач (например, нахождение ортогонального преобразования, приводящего квадратичную форму к каноническому виду, в разделе 8 и т.п.).

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина (Б1.О.28) «Алгебра» относится к обязательной части первого блока учебного плана, являющегося структурным элементом ООП ВО. Знания, полученные в курсе «Алгебра», используются в курсах геометрии, математического анализа, дифференциальных уравнений, теории функций действительной и комплексной переменной, дискретной математики, математической логики и теории алгоритмов, численных методов, абстрактной и компьютерной алгебры и др. Слушатели должны владеть не только математическими знаниями в рамках программы средней школы, но и знаниями, полученными в первом семестре в рамках программы дисциплины «Линейная алгебра».

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

При освоении дисциплины «Алгебра» вырабатывается общематематическая культура: умение логически мыслить, проводить доказательства основных утверждений, устанавливать логические связи между понятиями, применять полученные знания для решения алгебраических задач и задач, связанных с приложениями алгебраических методов. Получаемые знания лежат в основе математического образования и необходимы для понимания и освоения всех курсов математики, компьютерных наук и их приложений.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: УК-1, ОПК-8, ПКО-6.

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине |
|--|--|
| УК-1. | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине |
|---|--|
| ИУКБ-1.1. Осуществляет поиск необходимой информации, опираясь на результаты анализа поставленной задачи. | ИУКБ-1.1.3-1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач. |
| | ИУКБ-1.1.У-1. Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности. |
| | ИУКБ-1.1.У-2. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений. |
| ИУКБ-1.2. Выбирает оптимальный вариант решения задачи, аргументируя свой выбор. | ИУКБ-1.2. 3-1. Знает принципы, критерии, правила построения суждения и оценок |
| | ИУКБ-1.2. У-1. Умеет формировать собственные суждения и оценки, грамотно и логично аргументируя свою точку зрения. |
| | ИУКБ-1.2.У-2. Умеет применять теоретические знания в решении практических задач. |
| ОПК-8. Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний | |
| ИОПКБ-8.1. Демонстрирует специальные научные знания в т. ч. в предметной области. | ИОПКБ-8.1. 3-1. Знает основные понятия и утверждения из курса линейной алгебры. |
| | ИОПКБ-8.4. У-1. Умеет, используя специальные научные знания, находить подходы к решению как теоретических, так и практических заданий по линейной алгебре. |
| | ИОПКБ-8.4. У-2. Владеет алгоритмическими навыками решения типовых практических заданий из курса линейной алгебры. |
| ИОПКБ-8.4. Владеет методами научно-педагогического исследования в предметной области | ИОПКБ-8.4. 3-1. Знает методы научно-педагогического исследования в профессиональной деятельности учителя математики по темам, имеющим отношение к курсу линейной алгебры.. |
| | ИОПКБ-8.4. У-1. Умеет проектировать и реализует план проведения экспериментально-исследовательской работы, связанной с решением творческих заданий по линейной алгебре. |
| | ИОПКБ-8.4. У-2. Владеет навыками описания алгоритмов решения некоторых алгебраических исследовательских задач с целью возможной в будущем компьютерной реализацией таких алгоритмов. |
| ПКО-6. Способен поддерживать самостоятельность, инициативность обучающихся, способствовать развитию их творческих способностей в рамках учебно-исследовательской деятельности | |
| ИПКОБ -6.1 Использует различные виды организации творческой деятельности обучающихся при обучении математике и информатике (учебно-исследовательская деятельность, проектная деятельность и т.п.); способы мотивации школьников к учебно-исследовательской работе по математике и информатике | ИПКОБ – 6.1. 3-1 Знает курс линейной алгебры в пределах требований федеральных государственных образовательных стандартов и основной общеобразовательной программы, его истории и места в мировой культуре и науке. |
| | ИПКОБ -6.1. У-1 Умеет организовывать различные виды внеурочной деятельности: игровую, учебно-исследовательскую, художественно-продуктивную, культурно-досуговую с учетом возможностей образовательной организации, места жительства и историко-культурного своеобразия региона |
| | ИПКОБ -6.1. У-2 Владеет навыками управления учебными группами с целью вовлечения обучающихся в процесс обучения и воспитания, мотивируя их учебно-познавательную деятельность. |
| ИПКОБ -6.3 Демонстрирует умения по организации творческой деятельности обучающихся | ИПКОБ – 6.3. 3-1 Знает различные виды творческой деятельности обучающихся при обучении математике и информатике в основной школе. |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине |
|--|--|
| при изучении математики и информатики в основной школе; технологиями развития интереса у школьников к учебно- исследовательской работе по математике и информатике | ИПКОБ -6.3 У-1 Умеет мотивировать обучающихся в основной школе к учебно-исследовательской работе по математике и информатике, связанной с алгебраической тематикой. |
| | ИПКОБ -6.2 У-2 В достаточной мере владеет навыками работы по математике и информатике для того, чтобы компетентно и доступно объяснять современные алгебраические проблемы обучающимся в основной школе. |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2 Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 часов, из них контактных часов 116,6: лекционные 36 часов, лабораторные 68 часов, КСР 12 часов и ИКР 0,6 часов; СРС 100 часов; 71,4 часа экзамены), их распределение по видам работ представлено в таблице.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры (часы) | | | | |
|--|--------------------------------------|-----------------|-------------|-------------|----------|----------|
| | | 2 | 3 | | | |
| Контактная работа, в том числе: | | | | | | |
| Аудиторные занятия (всего): | 104 | 52 | 52 | | | |
| Занятия лекционного типа | 36 | 18 | 18 | - | - | |
| Лабораторные занятия | 68 | 34 | 34 | - | - | |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) | - | - | - | - | - | |
| | - | - | - | - | - | |
| Иная контактная работа: | | | | | | |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | 12 | 6 | 6 | | | |
| Промежуточная аттестация (ИКР) | 0,6 | 0,3 | 0,3 | | | |
| Самостоятельная работа, в том числе: | | | | | | |
| Курсовая работа | - | - | - | - | - | |
| Проработка учебного (теоретического) материала | 32 | 16 | 16 | - | - | |
| Выполнение домашних заданий | 40 | 20 | 20 | - | - | |
| Подготовка к контрольным работам | 12 | 8 | 4 | | | |
| Реферат | 4 | - | 4 | - | - | |
| Подготовка к текущему контролю | 12 | 6 | 6 | | | |
| Контроль: | | | | | | |
| Подготовка к экзамену | 71,4 | 35,7 | 35,7 | | | |
| Общая трудоемкость | час. | 288 | 144 | 144 | - | - |
| | в том числе контактная работа | 116,6 | 58,3 | 58,3 | | |
| | зач. ед | 8 | 4 | 4 | | |

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

2.2.1 Разделы дисциплины, изучаемые во 2-м семестре (очная форма)

| № | Наименование разделов (тем) | Количество часов | | | | |
|--|--|------------------|-------------------|----------|-----------|-----------------------------|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | Внеаудиторная работа СРС |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Алгебраические системы. | 24 | 4 | - | 8 | 12 |
| 2 | Многочлены. | 24 | 4 | - | 8 | 12 |
| 3 | Евклидовы и унитарные пространства | 30 | 6 | - | 10 | 14 |
| 4 | Квадратичные формы | 24 | 4 | - | 8 | 12 |
| <i>ИТОГО по разделам дисциплины во 2-м семестре:</i> | | 102 | 18 | - | 34 | 50 |
| | Контроль самостоятельной работы (КСР) | 6 | | | | |
| | Промежуточная аттестация (ИКР) | 0,3 | | | | |
| | Подготовка к экзамену | 35,7 | | | | |
| | Общая трудоемкость по дисциплине во 2-м семестре | 144 | | | | |

2.2.2 Разделы дисциплины, изучаемые в 3-м семестре (очная форма)

| № | Наименование разделов (тем) | Количество часов | | | | |
|--|--|------------------|-------------------|----------|-----------|-----------------------------|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | Внеаудиторная работа СРС |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 5 | Элементы теории групп. | 24 | 4 | - | 8 | 12 |
| 6 | Линейные отображения векторных пространств | 36 | 6 | - | 12 | 18 |
| 7 | Линейные операторы евклидовых и унитарных пространств. | 32 | 6 | - | 10 | 16 |
| 8 | Некоторые применения теории линейных отображений (операторов). | 10 | 2 | - | 4 | 4 |
| <i>ИТОГО по разделам дисциплины во 3-м семестре:</i> | | 102 | 18 | - | 34 | 50 |
| | Контроль самостоятельной работы (КСР) | 6 | | | | |
| | Промежуточная аттестация (ИКР) | 0,3 | | | | |
| | Подготовка к экзамену | 35,7 | | | | |

| | | | | |
|--|-----|--|--|--|
| Общая трудоемкость по дисциплине во 3-м семестре | 144 | | | |
|--|-----|--|--|--|

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

| № п/п | Наименование раздела | Содержание раздела | Форма текущего контроля |
|-------|-------------------------------------|--|---------------------------|
| 1 | Алгебраические системы. | Понятия о группоидах, полугруппах, моноидах и группах с приведением числовых, подстановочных и матричных примеров. Кольца, их виды (поле), числовые и матричные примеры. Кольцо классов вычетов, критерий, когда оно является полем. Векторные пространства и алгебры над произвольными полями, геометрические и матричные примеры. Построение поля комплексных чисел. Действия над комплексными числами в алгебраической и тригонометрической форме. Формула Муавра и извлечение корней. | Устный опрос, коллоквиум. |
| 2 | Многочлены. | Алгебраическое и функциональное понятия многочлена. Операции над многочленами, кольцо (область целостности) многочленов. Степени суммы и произведения многочленов. Теорема Безу, кратность корня многочлена. Схема Горнера и ее применения. Рациональные корни многочленов с целыми коэффициентами. Деление многочленов с остатком. Делимость многочленов, свойства. Понятие наибольшего общего делителя (НОД) и наименьшего общего кратного (НОК) многочленов. Алгоритм Евклида нахождения НОД многочленов. Основная теорема алгебры и ее эквивалентные формулировки. Формулы Виета. Интерполяционная формула Лагранжа. Производная многочлена, алгоритм отделения кратных корней. | Устный опрос, коллоквиум |
| 3 | Евклидовы и унитарные пространства. | Понятие скалярного произведения векторов. Евклидово и унитарное пространства, простейшие свойства. Неравенство Коши-Буняковского (Шварца). Понятие о длине вектора и об угле | Устный опрос, коллоквиум. |

| | | | |
|---|------------------------|---|---|
| | | <p>между векторами в евклидовых и унитарных пространствах. Ортогональная система векторов. Процесс ортогонализации Грамма-Шмидта системы векторов. Ортонормированный базис, действия над векторами в координатной форме. Ортогональное дополнение к подпространству. Ортогональная проекция и ортогональная составляющая вектора на подпространство, алгоритм их нахождения.</p> | |
| 4 | Квадратичные формы. | <p>Понятие о квадратичной форме, как об однородном многочлене второй степени от многих переменных. Матрица квадратичной формы и ее изменение при линейном преобразовании переменных. Канонический и нормальный виды комплексной и вещественной квадратичных форм. Алгоритм приведения квадратичной формы к каноническому, а затем и к нормальному виду методом Лагранжа. Формулировка закона инерции вещественных квадратичных форм с иллюстрацией на примерах нахождения индексов инерции и сигнатуры некоторых форм. Эквивалентность квадратичных форм.</p> <p>Понятие о распадающихся квадратичных формах, критерии распадаения вещественной и комплексной форм. Понятие о положительно и отрицательно определенных вещественных квадратичных формах, критерий Сильвестра.</p> | Устный опрос, коллоквиум |
| 5 | Элементы теории групп. | <p>Отображения множеств, их виды и примеры. Умножение (композиция) отображений, ассоциативность. Симметрический моноид преобразований множества. Симметрическая группа подстановок множества. Таблица Кэли для группы. Подгруппа, критерий подгруппы. Знакопеременная группа подстановок. Циклические группы и их подгруппы. Смежные классы группы по подгруппе. Разбиение группы на смежные классы по подгруппе, теорема Лагранжа. Нормальная подгруппа, примеры. Факторгруппа, примеры.</p> <p>Гомоморфизмы групп, их виды. Основная теорема о гомоморфизмах групп. Представление конечной группы подстановками.</p> | Устный опрос, коллоквиум, контролируемое подписание подготовки доклада. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 | <p>Линейные отображения векторных пространств.</p> | <p>Понятие о линейных отображениях (операторах) векторных пространств, простейшие свойства линейных отображений. Образ и ядро линейного оператора, ранг и дефект (сумма ранга и дефекта). Матрица линейного оператора в заданном базисе. Изменение матрицы линейного отображения (оператора) при переходе к другим базисам. Операции над линейными операторами. Полная линейная группа операторов. Алгебра операторов. Изоморфизм алгебры операторов алгебре квадратных матриц. Характеристический многочлен квадратной матрицы (линейного оператора). Формулировка теоремы Гамильтона – Кэли, ее применение к нахождению обратной матрицы. Собственные значения и собственные векторы линейного оператора, алгоритм их нахождения по его матрице в некотором базисе пространства. Понятие о жордановой нормальной форме (ЖНФ) матрицы оператора, алгоритм ее нахождения для размерностей не более трех.</p> <p>Минимальный многочлен матрицы (линейного оператора). Алгоритм нахождения ЖНФ матрицы произвольного линейного оператора, действующего в пространстве над полем \mathbb{C}. Алгоритм нахождения для оператора жорданова базиса с использованием корневых подпространств.</p> | <p>Устный опрос, коллоквиум, контролирование подготовки доклада.</p> |
| 7 | <p>Линейные операторы евклидовых и унитарных пространств.</p> | <p>Сопряженное отображение (оператор), эквивалентные определения. Матрица сопряженного оператора в ортонормированном базисе. Свойства сопряжения операторов. Нормальный оператор, свойства и примеры. Унитарный оператор унитарного пространства, эквивалентные определения и свойства. Ортогональный оператор евклидова пространства, свойства. Эрмитов оператор унитарного пространства, эквивалентные определения и свойства. Симметрический оператор евклидова пространства, свойства.</p> | <p>Устный опрос, коллоквиум, контролирование подготовки доклада..</p> |
| 8 | <p>Некоторые применения теории линейных отображений (операторов).</p> | <p>Алгоритм приведения вещественной квадратичной формы к каноническому виду с помощью ортогонального преобразования переменных.</p> | <p>Устный опрос, коллоквиум, контролирование</p> |

| | | | |
|--|--|--|---------------------------|
| | | <p>Представление аффинного преобразования точечного евклидова пространства в виде композиции движения и сжатий вдоль взаимно перпендикулярных направлений. Несовместные системы линейных уравнений, функционал невязки, псевдорешение и нормальное псевдорешение. Алгоритм нахождения нормального псевдорешения несовместной системы линейных уравнений, примеры. Построение интерполяционного многочлена Лагранжа – Сильвестра для функции, определенной на спектре матрицы. Нахождение функций от матриц, примеры.</p> | вание подготовки доклада. |
|--|--|--|---------------------------|

2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия

| № п/п | Наименование раздела | Содержание раздела | Форма текущего контроля |
|-------|-------------------------------------|---|---|
| 1 | Алгебраические системы. | Сравнения по натуральному модулю, применение их простейших свойств. Действия над комплексными числами в алгебраической и тригонометрической форме. Применение формулы Муавра и формулы извлечения корней из комплексных чисел. | Проверка домашнего задания, контрольная работа. |
| 2 | Многочлены. | Операции над многочленами. Схема Горнера и ее применения для определения кратности корня многочлена, для разложения многочлена по степеням бинома и для отыскания рациональных корней многочленов с целыми коэффициентами. Деление многочленов с остатком. Алгоритм Евклида нахождения НОД многочленов. Формулы Виета. Интерполяционная формула Лагранжа. | Проверка домашнего задания, контрольная работа. |
| 3 | Евклидовы и унитарные пространства. | Вычисление длин векторов и углов между векторами в евклидовых и унитарных пространствах. Процесс ортогонализации Грамма-Шмидта системы векторов. Нахождение ортонормированного базиса подпространства евклидова пространства R^n , нахождение ортогональное дополнение к подпространству. Нахождение ортогональной | Проверка домашнего задания, контрольная работа. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | проекция и ортогональной составляющей вектора на подпространство. | |
| 4 | Квадратичные формы. | Нахождение матрицы квадратичной формы при линейном преобразовании переменных. Алгоритм приведения квадратичной формы к каноническому, а затем и к нормальному виду методом Лагранжа. Определение индексов инерции и сигнатуры квадратичной формы, эквивалентность квадратичных форм. Распадающиеся квадратичные формы. Применение критерия Сильвестра для выяснения положительной или отрицательной определенности действительной квадратичной формы. | Проверка домашнего задания, контрольная работа. |
| 5 | Элементы теории групп. | Вычисления в симметрическом моноиде преобразований и в симметрической группе подстановок n -й степени. Построение таблицы Кэли данной группы подстановок. Подгруппа, применение критерия подгруппы. Нахождение подгрупп циклических групп заданного порядка. Разбиения некоторых групп на левые или правые смежные классы по подгруппе. Нахождение нормальных подгрупп некоторых групп подстановок, построение факторгрупп. | Проверка домашнего задания, контрольная работа, слушание доклада. |
| 6 | Линейные отображения векторных пространств. | Нахождение матрицы линейного отображения в заданных базисах, изменение ее при переходе к другим базисам. Определение базисов образа и ядра линейного оператора. Операции над линейными операторами, вычисление матрицы линейного оператора, полученного с помощью операций над другими операторами. Отыскание характеристического многочлена квадратной матрицы. Применение теоремы Гамильтона – Кэли к вычислению обратной матрицы. Нахождение собственных значений и собственных векторов линейного оператора. Алгоритм определения вида жордановой нормальной формы матрицы линейного оператора векторного пространства, имеющего размерность не более трех. Вычисление минимального многочлена матрицы (линейного оператора). | Проверка домашнего задания, контрольная работа, слушание доклада. |

| | | | |
|---|--|---|---|
| 7 | Линейные операторы евклидовых и унитарных пространств. | Нахождение матрицы сопряженного оператора. Определение видов операторов (нормальный, унитарный, ортогональный, эрмитов, | Проверка домашнего задания, контрольная работа, слушание доклада. |
| 8 | Некоторые применения теории линейных отображений (операторов). | Отработка алгоритма приведения вещественной квадратичной формы к каноническому виду с помощью ортогонального преобразования переменных. | Проверка домашнего задания, контрольная работа, слушание доклада. |

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены.

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

| № | Наименование раздела | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы |
|----|-------------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1. | Алгебраические системы. | Методические указания по организации самостоятельной работы, утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры протокол № 1 от 31.08.2017 г. |
| 2. | Многочлены. | Методические указания по организации самостоятельной работы, утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры протокол № 1 от 31.08.2017 г. |
| 3. | Евклидовы и унитарные пространства. | Методические указания по организации самостоятельной работы, утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры протокол № 1 от 31.08.2017 г. |
| 4. | Квадратичные формы. | Методические указания по организации самостоятельной работы, утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры протокол № 1 от 31.08.2017 г. |
| 5. | Элементы теории групп. | Методические указания по организации самостоятельной работы, утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры протокол № 1 от 31.08.2017 г. |

| | | |
|----|--|--|
| 6. | Линейные отображения векторных пространств. | Методические указания по организации самостоятельной работы, утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры протокол № 1 от 31.08.2017 г. |
| 7. | Линейные операторы евклидовых и унитарных пространств. | Методические указания по организации самостоятельной работы, утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры протокол № 1 от 31.08.2017 г. |
| 8. | Некоторые применения теории линейных отображений (операторов). | Методические указания по организации самостоятельной работы, утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры протокол № 1 от 31.08.2017 г. |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3 Образовательные технологии:

К основным образовательным технологиям относятся: лекции, практические занятия, контрольные работы, коллоквиумы, реферативные доклады и экзамены. В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому лабораторному занятию. В каждом семестре проводятся контрольные работы (на лабораторных занятиях). Письменные коллоквиумы проходят на практических занятиях параллельно с написанием контрольной работы №2 (коллоквиум №1 в течение 30 минут по вопросам экзамена во втором семестре) и параллельно с написанием контрольной работы №3 (коллоквиум №2 в течение 30 минут по одному из вопросов экзамена в третьем семестре). Также в третьем семестре студенты готовят в письменном виде реферативные доклады (возможно в виде презентации на практическом занятии, если тема занятия соответствует теме доклада). Подбор тем докладов осуществляется ими как самостоятельно, так и на консультациях. Экзамен сдается только после выполнения контрольных работ и отчета по реферативному докладу.

К образовательным технологиям относятся интерактивные методы обучения. Интерактивность подачи материала по дисциплине «Алгебра» предполагает не только взаимодействия вида «преподаватель - студент» и «студент - преподаватель», но и «студент - студент». Все эти виды взаимодействия хорошо достигаются при изложении материала

как на лекционных и на практических занятиях в ходе дискуссий или же в процессе докладов с использованием компьютерных технологий.

3.1 Дискуссия

Дискуссия предполагает возможность высказать студенту собственную идею, предложить свой путь решения, аргументировано отстаивать свою точку зрения, связно излагать мысли. Для организации дискуссии полезны следующие задания: составление плана решения задачи, поиск другого способа решения, сравнение различных способов решения, проведение выкладок для решения задачи и выкладок для проверки правильности полученного решения, рассмотрение задач с лишними и недостающими данными, творческие (реферативные) доклады. Студентам предлагается проанализировать варианты решения, обсудить доклад, высказать своё мнение. Основной объем использования интерактивных методов обучения реализуется именно в ходе дискуссий, как на лекционных, так и на практических занятиях.

Рекомендации по вопросам, выносящимся на дискуссию

1. Составления плана доказательства утверждения или решения задачи.
2. Определение возможных способов доказательства утверждения или поиск различных способов решений задачи.
3. Выбор среди рассматриваемых способов наиболее рационального.
4. Обсуждение логической составляющей в формулировке той или иной теоремы, а также обсуждение возможности построения иллюстрирующих ее примеров и контр-примеров.
5. Самостоятельное составление студентами опорных заданий по теме, характеризующих глубину понимания ими соответствующего материала.

3.2. Доклад (презентация)

Применение на занятии компьютерных технологий позволяет студентам при рассмотрении определенных тем курса алгебры самостоятельно более глубоко освоить некоторые понятия и доказательства утверждений. В этой связи, определенные лекционные и практические занятия преподаватель проводит в виде презентации. Также в виде презентации на практических занятиях по некоторым темам студенты 2-го курса сами могут представлять свои семестровые реферативные доклады.

| Семестр | Вид занятия (Л, ЛЗ) | Используемые интерактивные образовательные технологии | Количество часов |
|---------|------------------------|---|------------------|
| 2 | Л | «Классификация алгебраических систем» (раздел 1) – лекция в виде презентации. | 2 |
| 2 | ЛЗ | «Схема Горнера и ее применения» (раздел 2) – лабораторное занятие, демонстрируемое с помощью проектора. | 2 |
| 3 | Л | «Нормальные операторы унитарных и евклидовых пространств» (раздел 7) – лекция в виде презентации. | 2 |

| | | | |
|--------|----|--|---|
| 3 | ЛЗ | «Жорданова нормальная форма матрицы линейного оператора» (раздел 6) – лабораторное занятие, демонстрируемое с помощью проектора. | 2 |
| Итого: | | | 8 |

4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы студентов контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций.

Оценочными средствами дисциплины являются средства текущего контроля (коллоквиумы, контрольные работы, а также на лабораторных занятиях – ответ у доски, проверка домашних заданий и в третьем семестре изложение материала доклада) и промежуточная аттестация (экзамены во втором и третьем семестрах).

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

4.1.1 Примерные варианты контрольных работ

Контрольная работа №1 (второй семестр)

(длительность 90 минут, 3 балла за одно задание: нижний порог 9 баллов)

1. Представьте в алгебраической форме комплексное число u .
2. Решить уравнение (*) и записать его комплексные корни в алгебраической форме.
3. Представить комплексное число z в тригонометрической форме.
4. Представить число z^n в алгебраической форме.
5. Выписать все корни m -й степени из числа z в тригонометрической форме.
6. Найти частное и остаток при делении многочлена $a(x)$ на многочлен $b(x)$.
7. Разложить многочлен $c(x)$ по степеням бинома $x - a$.
8. Найти рациональные корни многочлена $d(x)$ и определить их кратность.
9. Найти наибольший общий делитель (НОД) многочленов $f(x)$ и $g(x)$.
10. Найти линейное представление НОД многочленов $f(x)$ и $g(x)$.

$$u = \frac{3 - 2i + (1 - i)(1 + 2i)}{2 - i}; \quad (*) x^2 - (4 + i)x + 5 - i = 0; \quad z = \frac{\sqrt{3}i - 1}{1 - i}; \quad n = 10; \quad m = 3;$$

$$a(x) = x^5 + 5x^4 + 6x^3 - 2x^2 - 3x + 1; \quad b(x) = 5x^4 + 20x^3 + 18x^2 - 4x - 3;$$

$$c(x) = 2x^3 - 3x^2 + 1, \quad a = -3; \quad d(x) = 3x^4 - 8x^3 + 7x^2 - 8x + 4;$$

$$f(x) = x^4 - 2x^3 - x^2 - x + 3; \quad g(x) = x^3 - 1.$$

Контрольная работа №2 (второй семестр)

(длительность 60 минут, одно задание оценивается в 3 балла, нижний порог – 7 баллов)

Даны векторы $a_1=(1,0,-2,2)$, $a_2=(2,3,-4,4)$, $b=(3,1,0,3)$ евклидова пространства R^4 и векторы $c_1=(2+i, -2)$, $c_2=(1+i, 1-i)$ унитарного пространства C^2 .

1. Найти какой-нибудь ортонормированный базис подпространства $L(a_1, a_2)$.
2. Найти ортогональную проекцию и ортогональную составляющую вектора b на подпространство $L(a_1, a_2)$.
3. Найти базис ортогонального дополнения в R^4 к подпространству $L(a_1, a_2)$.
4. Найти косинус угла между векторами c_1 и c_2 .
5. Найти какой-нибудь вектор единичной длины в пространстве C^2 , который ортогонален вектору c_1 и имеет вещественную первую компоненту.
6. Привести вещественную квадратичную форму $2x_1x_2 - x_2^2$ методом Лагранжа к каноническому, а затем и нормальному виду. Определить ранг, индексы инерции и сигнатуру данной квадратичной формы.
7. Разложить в произведение двух вещественных линейных форм квадратичную форму $3x_1^2 + 4x_2^2 - x_3^2 + 8x_1x_2 + 2x_1x_3$.

Контрольная работа №3 (третий семестр)

(длительность 60 минут, одно задание оценивается в 3 балла, нижний порог – 7 баллов)

1. В группе S_3 вычислить ω^{-37} , где $\omega = (13)(132)(23)$.
2. Выяснить, какое из двух отображений R^3 в R^2 , определенных по правилам $(x_1, x_2) \mapsto (x_2 - 1, x_1 + x_2)$ и $(x_1, x_2) \mapsto (2x_2, 2x_1 - x_2) \quad \forall x_1, x_2 \in R$, является линейным оператором и указать его матрицу в стандартном базисе R^2 .
3. Линейный оператор A пространства R^2 в базисе $q_1=(0,1)$, $q_2=(1,1)$ имеет матрицу $[A]_q = \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$, а линейный оператор B того же пространства в стандартном базисе e_1, e_2 – матрицу $[B]_e = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}$. Найти матрицу $[AB - 2A]_q$.

4. Матрица $\begin{pmatrix} 4 & 2 & -5 \\ 6 & 4 & -9 \\ 5 & 3 & -7 \end{pmatrix}$ является матрицей линейного оператора пространства R^3

в стандартном базисе. Найдите собственные значения и все соответствующие им собственные векторы оператора.

5. Линейный оператор A пространства C^2 в базисе $q_1 = (-1, 0)$, $q_2 = (1, -1)$ имеет матрицу $[A]_q = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & i \end{pmatrix}$. Найти матрицу $[A^*]_q$.

6. Выяснить, какие из следующих четырех линейных операторов пространства C^2 , имеющих матрицы вида $\begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$, $\begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 1 \end{pmatrix}$, $\begin{pmatrix} -i & 0 \\ 0 & i \end{pmatrix}$, $\begin{pmatrix} 0 & i \\ i & 0 \end{pmatrix}$ в стандартном базисе, являются нормальными, унитарными или эрмитовыми.

7. Указать ортогональное преобразование переменных, приводящее вещественную квадратичную форму $5x_1^2 + 8x_2^2 + 5x_3^2 - 4x_1x_2 - 8x_1x_3 - 4x_2x_3$ к каноническому виду.

4.1.2 Примерная тематика докладов

Темы докладов могут быть определены из содержания разделов таблицы в пункте 2.3 (во втором абзаце содержания некоторых разделов имеется материал для самостоятельного изучения). Здесь предложено только несколько из возможных тем.

1. Основная теорема алгебры и некоторые следствия из нее.
2. Формулы Виета. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
3. Отделение кратных корней многочлена.
4. Распадающиеся вещественные и комплексные квадратичные формы.
5. Положительно и отрицательно определенные квадратичные формы.
6. Основная теорема о гомоморфизмах групп.
7. Теорема Кэли о представлении конечной группы подстановками.
8. Минимальный многочлен линейного оператора.
9. Жорданова нормальная форма матрицы оператора, жорданов базис.
10. Операторы вида AA^* и A^*A (A – линейное отображение), их свойства.
11. Построение сингулярных базисов для линейных отображений унитарных (евклидовых) пространств.
12. Полярное разложение матрицы линейного оператора унитарного (евклидова) пространств
13. Несовместные системы линейных уравнений.
14. Алгоритм нахождения нормального псевдорешения несовместной системы линейных уравнений, примеры
15. Функции от матриц.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

4.2.1 Примерный перечень вопросов к экзамену

Второй семестр

1. Gruppoиды, их виды и простейшие свойства. Примеры.
2. Кольца, их виды. Примеры.
3. Кольцо классов вычетов, критерий поля.
4. Определения векторных пространств и алгебр над произвольными полями.
5. Поле комплексных чисел. Действия над числами в алгебраической форме.
6. Умножение и деление комплексных чисел в тригонометрической форме.
7. Формула Муавра. Примеры.
8. Извлечение корней из комплексных чисел, геометрическая интерпретация с иллюстрацией на примерах.
9. Роль комплексных чисел в школьном курсе профильной математики (программные и творческие конкурсные задачи с использованием комплексных чисел).
10. Действия над многочленами, степень суммы и произведения многочленов, область целостности многочленов.
11. Теорема Безу, эквивалентные формулировки. Кратность корня многочлена.
12. Схема Горнера и ее применения с иллюстрацией на примерах.
13. Отыскание рациональных корней многочлена с целыми коэффициентами, примеры.
14. Решение алгебраических уравнений высоких степеней в курсе основной школы с применением начальных сведений из теории многочленов.
15. Деление многочленов с остатком. Примеры.
16. Делимость многочленов, некоторые свойства. НОД и НОК и связанные с ними свойства.
17. Алгоритм Евклида нахождения НОД многочленов с иллюстрацией.
18. Корни производной многочлена. Отделение кратных корней многочлена.
19. Определение евклидова и унитарного пространств, простейшие свойства и примеры. Длина вектора.
20. Неравенство Коши – Буняковского (с доказательством). Неравенство Шварца. Угол между векторами.
21. Неравенство Коши в олимпиадных и других конкурсных заданиях для обучающихся в основной школе.
22. Алгоритм ортогонализации Грама – Шмидта системы векторов унитарного (евклидова) пространства. Иллюстрация на примерах.
23. Ортонормированный базис унитарного (евклидова) пространства. Действия над векторами в координатной форме (в ортонормированном базисе) в унитарном (евклидовом) пространстве.
24. Ортогональное дополнение к подпространству унитарного (евклидова) пространства, разложение пространства в прямую сумму подпространства и его ортогонального дополнения.
25. Ортогональная проекция и ортогональная составляющая вектора на подпространство унитарного (евклидова) пространства, алгоритм их отыскания с иллюстрацией на примере.
26. Применение ортогонального проектирования в евклидовых пространствах к решению задач в школьном курсе математики (расстояние от точки до прямой в планиметрии, расстояние от точки до плоскости в стереометрии).
27. Квадратичная форма, ее матрица. Линейное преобразование переменных и изменение матрицы квадратичной формы при этих преобразованиях. Примеры.
28. Алгоритм приведения квадратичной формы к каноническому виду методом Лагранжа. Нормальный вид вещественной и комплексной форм, алгоритм приведения к нему.

29. Формулировка закона инерции вещественных квадратичных форм, иллюстрация на примерах нахождения индексов инерции и сигнатуры вещественной квадратичной формы.
30. Понятие об эквивалентности (комплексных и вещественных) квадратичных форм, формулировка критерия эквивалентности с иллюстрацией на примерах.

Третий семестр

1. Отображения множеств, их виды и примеры.
2. Умножение отображений, ассоциативность. Симметрическая полугруппа преобразований множества.
3. Подстановки множеств. Симметрическая группа подстановок множества.
4. Изучение группы движений плоскости в курсе профильной математики основной школы, формулировка теоремы Шаля о классификации движений плоскости.
5. Таблица Кэли конечной группы. Изоморфизм групп, примеры.
6. Подгруппа, критерий подгруппы, примеры.
7. Циклические группы и их подгруппы.
8. Смежные классы группы по подгруппе, свойства.
9. Разбиение группы на смежные классы по подгруппе, теорема Лагранжа.
10. Нормальная подгруппа, определение и примеры.
11. Факторгруппа, примеры.
12. Линейные отображения (операторы) векторных пространств, простейшие свойства и примеры.
13. Матрица линейного отображения (оператора) в заданных базисах и ее изменение при переходе к другим базисам.
14. Линейные преобразования координатной плоскости в курсе геометрии основной школы, связь с аналитической геометрией.
15. Образ и ядро, ранг и дефект линейного оператора, свойства.
16. Операции над линейными операторами. Полная линейная группа операторов векторного пространства.
17. Алгебра операторов, ее изоморфизм алгебре квадратных матриц.
18. Характеристический многочлен квадратной матрицы (линейного оператора).
19. Формулировка теоремы Гамильтона – Кэли, ее применение.
20. Собственные векторы и собственные значения линейного оператора, алгоритм их нахождения с использованием характеристического многочлена.
21. Понятие о жордановой нормальной форме матрицы оператора (над полем C), алгоритм ее нахождения для размерности пространства не более трех.
22. Сопряженное отображение унитарных (евклидовых) пространств, эквивалентные определения, свойства и примеры.
23. Нормальный оператор унитарного (евклидова) пространства, эквивалентные определения и примеры.
24. Унитарный и ортогональный операторы, свойства.
25. Эрмитов и симметрический оператор, свойства.
26. Алгоритм приведения вещественной квадратичной формы к каноническому виду с помощью ортогонального преобразования переменных. Примеры.

4.2.2 Примерные задания для самоподготовки к контрольным работам и экзаменам

1. Представьте в алгебраической форме комплексное число

$$u = \frac{3 - 2i + (1 - i)(1 + 2i)}{2 - i}.$$

2. Представить комплексное число $z = \left(\frac{\sqrt{3} - 1}{1 - i} \right)^{10}$ в алгебраической форме.

3. Представить комплексное число $z = \frac{\sqrt{3}i - 1}{1 - i}$ в тригонометрической форме.

4. Выписать все комплексные корни пятой степени из числа $z = \frac{\sqrt{3}i - 1}{1 - i}$.

Решить уравнение $x^2 - (4 + i)x + 5 - i = 0$ и записать его комплексные корни в алгебраической форме.

5. Найти частное и остаток при делении многочлена $x^5 + 5x^4 + 6x^3 - 2x^2 - 3x + 1$ на многочлен $5x^4 + 20x^3 + 18x^2 - 4x - 3$.

6. Разложить многочлен $2x^3 - 3x^2 + 1$ по степеням биннома $x + 3$.

7. Найти рациональные корни многочлена $3x^4 - 8x^3 + 7x^2 - 8x + 4$ и определить их кратность.

8. Найдите наибольший общий делитель $f(x) = x^4 - 2x^3 - x^2 - x + 3$ и $g(x) = x^3 - 1$.

9. Найдите линейное представление наибольшего общего делителя многочленов $f(x) = x^4 - 2x^3 - x^2 - x + 3$ и $g(x) = x^3 - 1$.

10. Найти ортонормированный базис подпространства $U = L(a_1, a_2)$ евклидова пространства R^4 , где $a_1 = (1, 0, -2, 2)$, $a_2 = (2, 3, -4, 4)$.

11. Найти ортогональную проекцию и ортогональную составляющую вектора $b = (3, 1, 0, 3)$ на подпространство $L((1, 0, -2, 2), (2, 3, -4, 4))$.

12. Найти базис ортогонального дополнения в R^4 к подпространству $L(a_1, a_2)$, где $a_1 = (1, 0, -2, 2)$, $a_2 = (2, 3, -4, 4)$.

13. Найти косинус угла между векторами $c_1 = (2 + i, -2)$ и $c_2 = (1 + i, 1 - i)$ унитарного пространства C^2 .

14. Найти какой-нибудь вектор единичной длины в унитарном пространстве C^2 , который ортогонален вектору $c = (2 + i, -2)$ и имеет вещественную первую компоненту.

15. Привести вещественную квадратичную форму $2x_1x_2 - x_2^2$ методом Лагранжа к каноническому, а затем и нормальному виду.

16. Определить ранг, индексы инерции и сигнатуру данной квадратичной формы $2x_1x_2 - x_2^2$.

17. Разложить в произведение двух вещественных линейных форм квадратичную форму $3x_1^2 + 4x_2^2 - x_3^2 + 8x_1x_2 + 2x_1x_3$.

18. Представить в виде произведения независимых циклов в симметрической группе S_9 подстановку $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \\ 5 & 8 & 4 & 7 & 9 & 3 & 6 & 2 & 1 \end{pmatrix}^{-2007}$ и определить ее четность.

19. Построить таблицы Кэли для мультипликативной группы $\sqrt[4]{1}$ и аддитивной группы Z_4 , доказать изоморфизм этих групп.

20. В аддитивной группе классов вычетов Z_{18} указать все ее подгруппы.

21. Разбить симметрическую группу S_3 на левые смежные классы по подгруппе $H = \{e; (23)\}$.

22. В симметрической группе S_3 указать все нормальные подгруппы.

23. В знакопеременной группе A_4 указать все инвариантные подгруппы.

24. Построить таблицу Кэли для факторгруппы Z_{12} / Z_3 .

25. Выяснить, какое из двух отображений R^3 в R^2 , определенных по правилам $(x_1, x_2) \mapsto (x_2 - 1, x_1 + x_2)$ и $(x_1, x_2) \mapsto (2x_2, 2x_1 - x_2) \quad \forall x_1, x_2 \in R$, является линейным оператором и указать его матрицу в стандартном базисе пространства R^2 .

26. Найти базисы образа и ядра оператора пространства R^3 , у которого матрица в стандартном базисе этого пространства имеет вид

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & -1 \\ 2 & 5 & -3 \\ 3 & 7 & -4 \end{pmatrix}.$$

27. Линейный оператор A пространства R^2 в базисе $q_1 = (0, 1)$, $q_2 = (1, 1)$ имеет матрицу

$$[A]_q = \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix},$$
 а линейный оператор B того же пространства в стандартном базисе e_1, e_2 –

$$[B]_e = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}.$$
 Найти матрицу $[AB - 2A]_q$. 28. Матрица $\begin{pmatrix} 4 & 2 & -5 \\ 6 & 4 & -9 \\ 5 & 3 & -7 \end{pmatrix}$ является

матрицей линейного оператора пространства R^3 в стандартном базисе. Найдите собственные значения и все соответствующие им собственные векторы оператора.

29. Найти собственные подпространства оператора $A : R^3 \rightarrow R^3$, матрица которого в стандартном базисе имеет вид

$$\begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 1 & 5 & 6 \\ 3 & 6 & 8 \end{pmatrix}.$$

30. Найти жорданову нормальную форму матрицы линейного оператора пространства R^3 ,

матрица которого в стандартном базисе имеет вид $\begin{pmatrix} 1 & 2 & -1 \\ 2 & 5 & -3 \\ 3 & 7 & -4 \end{pmatrix}$.

31. Найти базис пространства R^3 , в котором матрица оператора из задания 30 имеет жорданову нормальную форму.

32. Линейный оператор A пространства C^2 в базисе $q_1 = (-1, 0)$, $q_2 = (1, -1)$ имеет матрицу $[A]_q = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & i \end{pmatrix}$. Найти матрицу $[A^*]_q$.

33. Выяснить, какие из следующих четырех линейных операторов пространства C^2 , имеющих матрицы вида $\begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$, $\begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 1 \end{pmatrix}$, $\begin{pmatrix} -i & 0 \\ 0 & i \end{pmatrix}$, $\begin{pmatrix} 0 & i \\ i & 0 \end{pmatrix}$ в стандартном базисе, являются нормальными, унитарными или эрмитовыми.

34. Найти ортогональную матрицу T и диагональную матрицу B , для которых выполняется равенство $B = T^{-1}AT$, где $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 2 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}$.

35. Указать ортогональное преобразование переменных, приводящее вещественную квадратичную форму $5x_1^2 + 8x_2^2 + 5x_3^2 - 4x_1x_2 - 8x_1x_3 - 4x_2x_3$ к каноническому виду.

4.2.3 Примерные билеты к экзаменам

Второй семестр

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет»

Кафедра функционального анализа и алгебры

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование

Билет № 1

по алгебре

1. Сумма и пересечение подпространств, их размерность.
2. Схема Горнера и ее применения с иллюстрацией на примерах.
3. Найти ортогональную проекцию вектора $v = (2, 4, 0)$ на подпространство $L(u_1, u_2)$ пространства \mathbf{R}^3 , где $u_1 = (1, 1, -1)$, $u_2 = (1, 0, 1)$.

Заведующий кафедрой

Третий семестр

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет»

Кафедра функционального анализа и алгебры

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование

Билет № 2

по алгебре

1. Подгруппа, критерий подгруппы, примеры.
2. Сопряженное отображение унитарных (евклидовых) пространств, эквивалентные определения, свойства и примеры.
3. Определить вид отображения (сюръекция, инъекция или биекция), данного по правилу $x \mapsto x^2 \quad \forall x \in X$, у которого область определения X и область значений Y соответственно: а) $X=Y=N$, б) $X = Y = \sqrt[3]{1}$.

Заведующий кафедрой

4.3 Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

| № п/п | Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4) | Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4) | Наименование оценочного средства | |
|-------|---|---|--|--------------------------------------|
| | | | Текущий контроль | Промежуточная аттестация |
| 1 | ИУКБ-1.1. Осуществляет поиск необходимой информации, опираясь | ИУКБ-1.1.3-1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информа- | Контрольная работа №1, контрольная работа № 2, контрольная работа № 3, реферативный отчет. | Вопросы на экзамене во 2-м семестре: |

| | | | | |
|---|---|---|---|--|
| | на результаты анализа поставленной задачи. | <p>ции, методики системного подхода для решения профессиональных задач.</p> <p>ИУКБ-1.1.У-1. Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности.</p> <p>ИУКБ-1.1.У-2. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений.</p> | | 1-8, 10-13, 15-20, 22-25, 27-30; в 3-м семестре: 1-3, 5-13, 15-26. |
| 2 | ИУКБ-1.2. Выбирает оптимальный вариант решения задачи, аргументируя свой выбор. | <p>ИУКБ-1.2. 3-1. Знает принципы, критерии, правила построения суждения и оценок</p> <p>ИУКБ-1.2. У-1. Умеет формировать собственные суждения и оценки, грамотно и логично аргументируя свою точку зрения.</p> <p>ИУКБ-1.2.У-2. Умеет применять теоретические знания в решении практических задач.</p> | Контрольная работа №1, контрольная работа № 2, контрольная работа № 3, реферативный отчёт. | Вопросы на экзамене об оптимальных алгоритмах решения задач курса алгебры во 2-м семестре: 15, 17, 22, 28; в 3-м семестре: 20, 26. |
| 3 | ИОПКБ-8.1. Демонстрирует специальные научные знания в т. ч. в предметной области. | <p>ИОПКБ-8.1. 3-1. Знает основные понятия и утверждения из курса линейной алгебры.</p> <p>ИОПКБ-8.4.У-1. Умеет, используя специальные научные знания, находить подходы к решению как теоретических, так и практических заданий по линейной алгебре.</p> <p>ИОПКБ-8.4.У-2. Владеет алгоритмическими навыками решения типовых практических заданий из курса линейной алгебры.</p> | Выполнение домашних заданий, опрос на лекционных и лабораторных занятиях, ответы на коллоквиумах. Контрольная работа №1, контрольная работа № 2, контрольная работа № 3, реферативный отчёт. | Вопросы на экзамене во 2-м семестре: 1-8, 10-13, 15-20, 22-25, 27-30; в 3-м семестре: 1-3, 5-13, 15-26. |
| 4 | ИОПКБ-8.4. Владеет методами научно-педагогического исследования в предметной области. | <p>ИОПКБ-8.4. 3-1. Знает методы научно-педагогического исследования в профессиональной деятельности учителя математики по темам, имеющим отношение к курсу линейной алгебры.</p> <p>ИОПКБ-8.4. У-1. Умеет проектировать и реализует план проведения</p> | Опрос на лекционных и текущих лабораторных занятиях, ответы на коллоквиумах, реферативный отчёт. | Вопросы на экзамене во 2-м семестре: 9, 14, 21, 26; в 3-м семестре: 4, 14. |

| | | | | |
|---|--|---|---|---|
| | | <p>экспериментально-исследовательской работы, связанной с решением творческих заданий по линейной алгебре.</p> <p>ИОПКБ-8.4. У-2. Владеет навыками описания алгоритмов решения некоторых алгебраических исследовательских задач с целью возможной в будущем компьютерной реализацией таких алгоритмов.</p> | | |
| 5 | <p>ИПКОБ -6.1 Использует различные виды организации творческой деятельности обучающихся при обучении математике и информатике (учебно-исследовательская деятельность, проектная деятельность и т.п.); способы мотивации школьников к учебно-исследовательской работе по математике и информатике</p> | <p>ИПКОБ – 6.1. 3-1 Знает курс линейной алгебры в пределах требований федеральных государственных образовательных стандартов и основной общеобразовательной программы, его истории и места в мировой культуре и науке.</p> <p>ИПКОБ -6.1. У-1 Умеет организовывать различные виды внеурочной деятельности: игровую, учебно-исследовательскую, художественно-продуктивную, культурно-досуговую с учетом возможностей образовательной организации, места жительства и историко-культурного своеобразия региона.</p> <p>ИПКОБ -6.1. У-2 Владеет навыками управления учебными группами с целью вовлечения обучающихся в процесс обучения и воспитания, мотивируя их учебно-познавательную деятельность.</p> | <p>Опрос на текущих лекционных и лабораторных занятиях, ответы на коллоквиумах, реферативный отчет.</p> | <p>Вопросы на экзамене во 2-м семестре: 9, 14, 21, 26; в 3-м семестре: 4, 14.</p> |
| 6 | <p>ИПКОБ -6.3 Демонстрирует умения по организации творческой деятельности обучающихся при изучении математики и информатики в основной школе; технологиями развития интереса у школьников к учебно-исследовательской работе по математике и информатике</p> | <p>ИПКОБ – 6.3. 3-1 Знает различные виды творческой деятельности обучающихся при обучении математике и информатике в основной школе.</p> <p>ИПКОБ -6.3 У-1 Умеет мотивировать обучающихся в основной школе к учебно-исследовательской работе по математике и информатике, связанной с алгебраической тематикой.</p> <p>ИПКОБ -6.2 У-2 В достаточной мере владеет навыками работы по математике и информатике</p> | <p>Опрос на текущих лекционных и лабораторных занятиях, ответы на коллоквиумах, реферативный отчет.</p> | <p>Вопросы на экзамене во 2-м семестре: 9, 14, 21, 26; в 3-м семестре: 4, 14.</p> |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | для того, чтобы компетентно и доступно объяснять современные алгебраические проблемы обучающимся в основной школе. | | |
|--|--|--|--|--|

4.4 Критерии оценивания результатов обучения

| <i>Оценка</i> | <i>Критерии оценивания по экзамену</i> |
|--|---|
| <i>Высокий уровень «5» (отлично)</i> | Оценка «отлично» выставляется студенту, показавшему все-сторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач. |
| <i>Средний уровень «4» (хорошо)</i> | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности. |
| <i>Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)</i> | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, показавшему разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы в некотором объеме, необходимом для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. |
| <i>Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)</i> | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач. |

Итоговая оценка выставляется с учетом работы студента в семестре: учитываются результаты контрольных работ (двух во втором семестре и одной в третьем семестре), а также результаты ответов на коллоквиумах и в третьем семестре результат отчета по реферативному докладу.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1 Учебная литература

1. Винберг, Э.Б. Курс алгебры : учебник / Э.Б. Винберг. - Москва : МЦНМО, 2011. - 591 с. - ISBN 978-5-94057-685-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63299>
2. Кострикин, А.И. Введение в алгебру : учебник / А.И. Кострикин. - Москва : 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>
3. Кострикин, А.И. Введение в алгебру. Часть 3. Основные структуры [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2001. — 272 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59284>
4. Кострикин А.И. Сборник задач по алгебре [Электронный ресурс]. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - URL: <http://e.lanbook.com/view/book/2743/>.
5. Курош, А.Г. Курс высшей алгебры [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 432 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/30198>
6. Проскуряков И.В. Сборник задач по линейной алгебре [Электронный ресурс]. - СПб.: Лань, 2010. - URL: <http://e.lanbook.com/view/book/529/>
7. Фаддеев, Д.К. Лекции по алгебре [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2007. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/397>.
8. Фаддеев, Д.К. Задачи по высшей алгебре [Электронный ресурс] : учеб. / Д.К. Фаддеев, И.С. Соминский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 288 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/399>.

5.2. Периодическая литература

1. Журнал “Вестник Московского университета. Серия 01. Математика. Механика”/ - Издательство Московского университета. – ISSN 0579-9368. - <https://dlib.eastview.com/browse/publication/9045>

2. Журнал "Известия высших учебных заведений. Математика" ISSN 0021-3446 (Print), ISSN 2076-4626 (Online) . - Учредитель и издатель: Казанский (При-волжский) федеральный университет. - <https://dlib.eastview.com/browse/publication/7087>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .

8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы

КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студента включает в себя повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям, к коллоквиумам, к контрольным работам, к реферативному докладу (в 3-м семестре), к экзаменам. Такой вид СРС контролируется в ходе проверки контрольных работ, коллоквиумов, слушания докладов и экзаменов. Предполагается самостоятельное изучение студентами теоретического материала по темам, указанным в разделах таблицы пункта 2.3.1 (во втором абзаце содержания раздела). Каждый студент в третьем семестре должен подготовить реферативный доклад по одной из таких тем (примерный список тем прилагается в пункте 4.1.2). Обсуждение и контроль выполнения доклада осуществляются во время консультаций (вызывных и по желанию студента), а также студенты могут отчитаться в виде презентации на практическом занятии или в письменной форме в конце семестра.

Виды самостоятельной работы

Обязательными при изучении дисциплины «Алгебра» являются следующие виды самостоятельной работы:

- разбор и самостоятельное изучение теоретического материала по конспектам лекций и по учебным пособиям из списка источников литературы;
- самостоятельное решение задач по темам практических занятий;
- подготовка к контрольным работам;
- подготовка к коллоквиумам;
- подготовка к докладу (третий семестр);

- подготовка к экзаменам.

6.1. Методические указания к самостоятельному изучению студентами теоретического материала

Для подготовки к ответам на теоретические вопросы экзаменов студентам первого курса (2-й семестр) достаточно использовать материал лекций или основные источники литературы из пункта 5. Однако, студентам второго курса (3-й семестр) материала лекций недостаточно, может понадобиться не только основная, но и дополнительная (возможно из Интернет-ресурса) литература (например, для подготовки реферативного доклада). Весь теоретический материал, необходимый для сдачи экзаменов (2 – 3 семестры) содержится в учебных пособиях из списка основной литературы 1 – 2. В случае затруднений, возникающих у студентов в процессе самостоятельного изучения теории, преподаватель разъясняет сложные моменты на консультациях.

6.2. Методические указания к самостоятельной подготовке студентов к выполнению заданий по темам лабораторных занятий

Для выполнения домашнего практического задания необходимо разобрать материал по соответствующей теме лабораторного занятия. При этом используются указания, данные преподавателем в ходе занятия, а также теоретический материал, в краткой форме имеющийся в сборниках задач ([1-3] в пункте 5.2 и [1-2]). Если студент не смог понять приведенный в указанных задачниках разбор типовых примеров в той степени, чтобы самостоятельно использовать предложенный алгоритм для решения задания, то он может получить консультацию преподавателя.

6.3. Методические указания к самостоятельной подготовке студентов к выполнению контрольных работ

Во 2-ом семестре проводится две контрольные работы, а в третьем одна. Первая контрольная работа (90 минут) состоит из десяти заданий (одно задание оценивается в 3 балла, нижний порог успешности составляет 9 баллов, высокая оценка ставится при получении не менее 20 баллов). Каждая из двух других контрольных работ (60 минут) состоит из семи заданий (одно задание оценивается в 3 балла, нижний порог успешности составляет 7 баллов, высокая оценка ставится при получении не менее 14 баллов). Для подготовки к контрольной работе необходимо выполнять задания в ходе практических занятий, а также домашние задания. В процессе самоподготовки студенту желательно ознакомиться с разбором опорных по рассматриваемым темам задач, имеющихся в сборниках задач [1-3] в пункте 5.2.

6.4. Методические указания к самостоятельной подготовке студентов к докладу

Каждый студент второго курса (3-й семестр) должен подготовить в течение семестра доклад по одной из тем, предназначенных для самостоятельного изучения (общее

описание таких тем имеется во втором абзаце некоторых разделов содержания тем таблицы в пункте 2.3.1). Для подготовки доклада желательно кроме основных источников литературы использовать источники 1 – 3 из дополнительного списка, а также источник из Интернет-ресурса. Доклады могут быть представлены студентами на практических занятиях у доски или в виде презентации, если тема занятия соответствует теме доклада. О подготовке доклада по темам второго семестра студент может отчитаться на консультации или представить отчет в письменной форме в конце семестра. Доклад по одной и той же теме готовят не более двух студентов одной группы. Оформление письменного отчета по докладу должно удовлетворять требованиям: а) текст набирается 14 шрифтом на бумаге формата А4; б) на титульном листе кроме темы также указывается факультет, направление (бакалавриат), курс, группа, ФИО студента; в) содержание материала по объему составляет 3-4 страницы; г) список литературы содержит не менее двух источников (возможно из списка литературы в пункте 7).

6.5. Методические указания к самостоятельной подготовке студентов к коллоквиумам

В каждом семестре проводится коллоквиум в целях закрепления студентами знаний теоретического материала. Коллоквиум может проводиться в устной и в письменной форме. В случае проведения коллоквиума в письменной форме студент должен подготовить ответ (для устной формы – тезисы ответа) в течение 30 минут на один вопрос (см. ниже таблицу) из примерного перечня теоретических вопросов к экзамену, который приведен для каждого семестра в пункте 4.2.1. Первый коллоквиум во втором семестре проводится на паре после выполнения заданий второй контрольной работы, второй в третьем семестре – на паре после выполнения заданий третьей контрольной работы. Положительный ответ студента может быть учтен при сдаче экзаменов.

| | Второй семестр | Третий семестр |
|---|-----------------------|-----------------------|
| Номер вопроса на коллоквиум | 1 - 30 | 1 – 26 |
| Номера контролируемых разделов таблицы в пункте 2.3.1 | 1 - 4 | 5 - 8 |

6.6. Методические рекомендации для самостоятельной подготовки студентов к экзамену

В конце второго и третьего семестров формой итогового контроля знаний студентов по дисциплине «Алгебра» является экзамен. Для подготовки к экзамену студентам необходимо выполнить текущие семестровые контрольные работы. Экзаменационный билет состоит из трех вопросов – двух теоретических и одного практического (см пункт 4.2.3). При выставлении оценки также учитывается успеваемость студента в течение семестра: активность на лекционных и практических занятиях, качество выполняемых в течение семестра

домашних практических заданий, ответы на коллоквиумах, оценки за контрольные работы, качество подготовленных докладов по темам, предназначенным для самостоятельного изучения (в третьем семестре). Критерии оценок ответов на экзамене приведены в пункте 4.4.

В освоении дисциплины «Алгебра» инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|--|---|--|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (ауд.302Н, ауд.303Н, ауд.308Н, ауд.505А, ауд.507А) | Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер. Средства обучения: доска, маркеры и мел. | Microsoft Office; Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point») |
| Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций (кабинет 314Н). | Мебель: учебная мебель Средства обучения: доска, маркеры и мел. | |
| Учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд.302Н, ауд.303Н, ауд.308Н, ауд.505А, ауд.507А) | Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер. Средства обучения: доска, маркеры и мел. | Microsoft Office; Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point») |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий (ауд.310Н, ауд.312Н, ауд.314Н) | Мебель: учебная мебель Средства обучения: доска, маркеры и мел. | |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|---|--|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | |

| | | |
|--|---|--|
| <p>Помещения для самостоятельной работы обучающихся (ауд.309Н, ауд.320Н)</p> | <p>Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p> | |
|--|---|--|