

*Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет  
имени Коста Левановича Хетагурова»*



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Алгебра»**

Направление подготовки 01.03.01 Математика

Профиль: "Алгебра, теория чисел, математическая логика"

**Форма обучения – очная**

Владикавказ 2017

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.01 Математика, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2014 г. № 943, учебным планом подготовки бакалавриата по направлению подготовки 01.03.01 Математика, профиль «Алгебра, теория чисел, математическая логика», утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «СОГУ» от 27.04.2017 г. № 11.

Составитель: доц. Джусоева Н.А.

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры алгебры и геометрии (протокол № 8 от 28.03.2017г.)

Одобрена советом факультета математики и информационных технологий (протокол № 5 от 31.03.2017г.)

## 1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачётных единиц. (360 час.).

|                          | Очная Форма обучения |
|--------------------------|----------------------|
| Курс                     | 1                    |
| Семестр                  | 1/2                  |
| Лекции                   | 36/50                |
| Практические занятия     | 36/50                |
| Лабораторные занятия     | -                    |
| Консультации             | +/+                  |
| Итого аудиторных занятий | 72/100               |
| Самостоятельная работа   | 54/26                |
| Курсовая работа          | 2                    |
| Зачет                    | -/-                  |
| Экзамен                  | 54/54                |
| Общее количество часов   | 360 час.             |

## 2. Цели освоения дисциплины

- базовая подготовка бакалавра в области высшей алгебры, основ линейной алгебры.
- выстраивание общего контекста математического мышления как культурной формы деятельности, определяемой как структурными особенностями математического знания, так и местом математики в системе наук.
- Развитие способности применять общие алгебраические к конкретным прикладным задачам.
- формирование у студентов понятий, знаний и компетенций, позволяющих строить и анализировать модели систем реального мира с помощью математических структур и их свойств.

## 3. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина «Алгебра» относится к дисциплинам Блок 1. Дисциплины (модули).  
Базовая часть. Б1.Б.08.

Для изучения дисциплины необходимы знания, полученные обучающимися в рамках школьного курса «Алгебра и начала анализа», Приступая к изучению дисциплины «Алгебра», студент должен иметь представление о базовых понятиях, формулировках и доказательствах основных теорем алгебры и геометрии из школьного курса.

## 4. Требования к результатам освоения дисциплины

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями (результатами освоения образовательной программы):

ОПК-1 -готовностью 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-3 -способностью к самостоятельной научно-исследовательской работе;

ПК-2 -способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики;

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

Взаимосвязь планируемых результатов обучения по дисциплине с формируемыми компетенциями ОПОП:

| Компетенции |   | Планируемые результаты обучения, соответствующие формируемым компетенциям ОПОП  |   |  |
|-------------|---|---|---|--|
| Код         | Формулировка  | Знать:  | Уметь   | Владеть:   |
| ОП<br>К-1   | готовностью 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 | фундаментальные понятия и определения алгебры : множества и отображения, виды отображений, простые числа, основы теории делимости, комплексные числа, многочлены и действия над ними, перестановки, матрицы и определители, | применять полученные методы и модели к решению типовых и практических задач- определять виды отображений, решать задачи на делимость, производить действия над комплексными числами, перестановками, матрицами, вычислять определители, | навыками применения алгебраических методов для решения различных прикладных задач: определения простоты числа, навыками использования алгоритма Евклида для чисел и многочленов, методами нахождения корней полиномов, владеть методами выведение тригонометрических формул с помощью комплексных чисел, методами вычисления определителей |
| ОП<br>К-3   | способностью к самостоятельной научно-исследовательской работе  | Доказательства всех теорем в курсе дисциплины, понимать ход доказательства ,его основные этапы ; знать понятие «  | Решать задачи различными способами ,в том числе методом мат. индукции;четко формулировать   | навыками построения и исследования различных алгебраических структур.  |

|      |   |   |  |  |
|------|---|---|--|--|
|      |   | доказательство от противного», чётко формулировать определение, приводить примеры .   | индукционные шаги, подробно доказывать свойства определителей и приводить примеры на каждое свойство; объяснить почему предпочтителен тот или другой способ решения той или иной задачи.             |  |
| ПК-2 | способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики | . Понятие множества и отображение; виды и свойства отображений; происхождение комплексных чисел; формулы Муавра и возведения в степень комплексного числа ;основную теорему алгебры и её следствия; формулы Кардано-Тарталья; теорему Безу; алгоритм Евклида для чисел и многочленов ;. | находить первообразные корни из единицы, находить все корни многочлена; решать уравнения третьей и четвёртой степени, находить НОД многочленов с помощью алгоритма Евклида, применять метод Крамера, | навыками построения и исследования различных алгебраических структур с помощью теории перестановок, комплексных чисел и многочленов и матриц |
| ПК-3 | способностью строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата            | Доказательства всех теорем в курсе дисциплины, понимать ход доказательства ,его основные этапы ; знать понятие « доказательство от противного», чётко формулировать определение, приводить примеры .  | применять полученные методы и модели к решению типовых практических задач как в алгебре ,так и в других дисциплинах. с использованием алгебраического аппарата                                       | Владеть способами понимать, совершенствовать и применять современный алгебраический аппарат  |

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

## 5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

### Семестр 1

Таблица 5.1

| Номер недели | Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине            | Занятия |    | Самостоятельная работа студентов   |         | Формы контроля                                 | Баллы |     | Литература |
|--------------|--|---------|----|--|---------|--|-------|-----|------------|
|              |  | л       | пр | Содержание   | Часы    |  | min   | max |            |
| 1-2          | Множества и действия над ними. Отображения. Комбинаторика              | 4       | 4  | Бинарные отношения, отношение эквивалентности, классы эквивалентности, разбиение множества. Число подмножеств конечного множества. | 2<br>10 | Контроль<br>ная<br>работа,<br>тест             |       |     | [1-6]      |
| 3-4          | Элементы теории делимости целых чисел. НОД и НОК. Простые числа.       | 4       | 4  | Делимость целых чисел, деление с остатком, наибольший общий делитель, алгоритм Евклида. Простые числа специального вида.           | 10      | Контроль<br>ная<br>работа,<br>тест<br>, доклад | ...   | ... | [1-6]      |
| 5-7          | Комплексные числа»   | 6       | 6  | Выведение тригонометрических формул с помощью комплексных чисел  | 5       | Контроль<br>ная<br>работа,<br>тест<br>доклад;  |       |     | [1-6]      |
| 8-9          | Многочлены ; алгоритм Евклида, схема Горнера; основная теорема алгебры | 4       | 4  | Метод математической индукции при решении задач на доказательство утверждения.   | 5       |  | 0     | 25  | [1-6]      |
| 10-11        | .Корни полиномов. Интерполяция   | 4       | 4  | Интерполяционная задача, интерполяционная формула  | 5       | Контроль<br>ная                                |       |     | [1-6]      |

|              |  |           |           |  |           |   |          |            |       |
|--------------|--|-----------|-----------|--|-----------|---|----------|------------|-------|
|              |  |           |           | Лагранжа, способ интерполяции Ньютона  |           | работа, тест                                  |          |            |       |
| <b>12-13</b> | Элементы теории перестановок                                     | 4         | 4         |  |           | доклад;                                       |          |            | [1-6] |
| <b>14-15</b> | Матрицы, определение и простейшие свойства; действия над ними.   | 4         | 4         | Матрицы специального вида.   | 5         | Контроль<br>ная<br>работа,<br>тест            |          |            | [1-6] |
| <b>16-17</b> | Определители ,свойства. Способы вычисления. Матричные уравнения. | 4         | 4         | Определители n-ого порядка , определитель Вандермонда. Определитель порядка n. Свойства определителей. Алгебраическое дополнение. Разложение определителя по элементам строки (столбца). Методы вычисления определителей | 10        | Контроль<br>ная<br>работа,<br>тест<br>.Доклад | <b>0</b> | <b>25</b>  | [1-6] |
| <b>18</b>    | Матричные уравнения.   | 2         | 2         |  |           | Контроль<br>ная<br>работа,<br>тест<br>.Доклад | <b>0</b> | <b>25</b>  | [1-6] |
|              | <b>ИТОГО</b>   | <b>36</b> | <b>36</b> |  | <b>54</b> |   | <b>0</b> | <b>100</b> |       |

**Примечания:**

- Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.
- В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте и с использованием платформ дистанционного обучения



Таблица 5.2

| Номер недели | Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине                    | Занятия |     | Самостоятельная работа студентов   |      | Формы контроля  | Баллы |     | Литература |
|--------------|--|---------|-----|--|------|---|-------|-----|------------|
|              |  | пр      | лаб | Содержание   | Часы |   | min   | max |            |
| 1-3          | Системы линейных уравнений. Общая постановка задачи. Методы Гаусса, Крамера. . | 9       | 9   | Строение множества решений системы линейных однородных уравнений. Фундаментальная система решений. | 8    | Контрольная работа, тест<br>.Доклад   |       |     | [1-6]      |
| 4-5          | Ранг матрицы. Способы нахождения. Теорема Кронекера-Капелли.                   | 6       | 6   |  |      | Контрольная работа, тест<br>.Доклад   | ...   | ... | [1-6]      |
| 6            | Линейное векторное пространство.   | 3       | 3   |  |      | Контрольная работа, тест<br>.Доклад<br>Устный опрос, доклад; решение задач, |       |     | [1-6]      |
| 7-8          | Линейная зависимость и линейная независимость векторов. Координаты             | 6       | 6   | Свойства л. н. с. и л. з. с..  | 4    | Контрольная работа,   | 0     | 25  | [6-8]      |

|              |   |   |   |   |   |   |          |           |       |
|--------------|---|---|---|---|---|---|----------|-----------|-------|
|              | вектора в различных<br>базисах.<br>Базис и размерность.   |   |   |   |   | тест<br>.Доклад<br>;                          |          |           |       |
| <b>9</b>     | Линейное<br>подпространство. Линейная<br>оболочка. Связь<br>размерностей.   | 3 | 3 |   |   | Контроль<br>ная<br>работа,<br>тест<br>.Доклад | <b>0</b> | <b>25</b> | [1-6] |
| <b>10-11</b> | Линейные операторы. Ядро<br>и образ линейного<br>оператора.   | 6 | 3 | Построение матрицы<br>линейного оператора.<br>Подобные матрицы. | 4 | Контроль<br>ная<br>работа,<br>тест<br>.Доклад |          |           | [1-6] |
| <b>12-13</b> | Характеристический<br>полином матрицы. Терма<br>Гамильтона-Кэли<br>.Собственные значения и<br>собственные векторы | 6 | 6 | Жорданова форма<br>матрицы линейного<br>оператора               | 6 | Контроль<br>ная<br>работа,<br>тест<br>.Доклад |          |           | [1-6] |
| <b>14-15</b> | Квадратичная форма.<br>Приведение к<br>каноническому виду.  | 6 | 6 |   |   | Контроль<br>ная<br>работа,<br>тест<br>.Доклад | <b>0</b> | <b>25</b> | [1-6] |
| <b>16-17</b> | Положительно-<br>определённые<br>квадратичные формы. Закон<br>инерции квадратичных                                | 5 | 5 |   |   | Контроль<br>ная<br>работа,<br>тест            | <b>0</b> | <b>25</b> | [1-6] |

|  |       |    |    |  |    |        |   |     |  |
|--|-------|----|----|--|----|--------|---|-----|--|
|  | форм  |    |    |  |    | Доклад |   |     |  |
|  | ИТОГО | 50 | 50 |  | 26 |        | 0 | 100 |  |

.

## 6. Образовательные технологии

В соответствии с государственными образовательными стандартами высшего образования реализация учебного процесса должна предусматривать проведение занятий в интерактивных и активных формах. Внедрение этих форм обучения – одно из важнейших направлений совершенствования подготовки студентов в современном вузе. Цель – повышение эффективности образовательного процесса, достижение всеми обучающимися высоких результатов обучения.

Интерактивные формы проведения занятий предполагают обучение в сотрудничестве. Все участники образовательного процесса (преподаватель и студенты) взаимодействуют друг с другом, обмениваются информацией, совместно решают проблемы, моделируют ситуации. Суть использования активных и интерактивных форм проведения состоит в погружении студентов в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем, оптимальную для выработки навыков и качеств будущего специалиста.

Для решения воспитательных и учебных задач преподавателем могут быть использованы следующие интерактивные формы обучения.

**Традиционные лекции и практические (семинарские) занятия** с использованием современных интерактивных технологий.

**Лекция-диалог** – содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции.

**Онлайн-семинар** – разновидность веб-конференции, проведение онлайн-встреч или презентаций через Интернет в режиме реального времени. Каждый из участников находится у своего компьютера (средства связи), а связь между ними поддерживается через Интернет посредством загружаемого приложения, установленного на компьютере каждого участника.

**Видеоконференция** – сеанс видеоконференцсвязи (ВКС) – это технология интерактивного взаимодействия двух и более участников образовательного процесса для обмена информацией в реальном режиме времени.

**Видео-лекция** – снятая на камеру сокращенная лекция, дополненная фотографиями и схемами, иллюстрирующая подаваемый в лекции материал.

**Технология электронного обучения** (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тестирования и т. д.).

**Творческое задание** составляет содержание (основу) любой интерактивной формы проведения занятия. Выполнение творческих заданий требует от студента воспроизведения полученной ранее информации в форме, определяемой преподавателем и требующей творческого подхода: 1) подборка примеров из практики; 2) подборка материала по определенной проблеме;

**Публичная презентация проекта** - самый эффективный способ донесения важной информации при публичных выступлениях. Слайд-презентации позволяют эффектно и наглядно представить содержание, выделить и проиллюстрировать сообщение.

**Интерактивная лекция** представляет собой выступление преподавателя перед аудиторией студентов с применением следующих интерактивных форм обучения: 1. управляемая дискуссия или беседа; 2. демонстрация слайдов или учебных фильмов; 3. мозговой штурм; 4. мотивационная речь и др.

**Разработка проекта** позволяет участникам мысленно выйти за пределы аудитории и составить проект своих действий по обсуждаемому вопросу. Участники могут обратиться за консультацией, дополнительной литературой в специализированные учреждения, библиотеки и т.д.

## 7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

К видам самостоятельной работы при изучении данной дисциплины относятся: написание докладов, эссе, подготовка презентаций, самостоятельное изучение литературы по теме и составление по ней конспектов, работа со справочными материалами (терминологическими и иными словарями, энциклопедиями) и т.д.

Темы и формы внеаудиторной самостоятельной работы, ее трудоёмкость содержатся в разделе 5, табл. 5.1.

Методические рекомендации по дисциплине прилагаются.

## **8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Рабочая программа предусматривает проведение лекционных и практических занятий, а также следующие виды работ: самостоятельную работу студентов по подготовке устных сообщений, написанию докладов, подготовку презентаций и обсуждений по темам дисциплины - работу в активной и интерактивной формах.

Рабочая программа предполагает текущий и промежуточный контроль знаний.

*Текущий контроль* – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра или учебного года. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на занятиях с целью проверки наличия знаний, необходимых для усвоения нового материала или для выяснения степени усвоения изложенного материала.

*Рубежный контроль* осуществляется по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра такие контрольные мероприятия проводятся по графику.

**Контрольные задания (демоверсии) для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### **Контрольная работа №1**

1. Вычислить произведение перестановок  $\begin{pmatrix} 123 \\ 312 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 123 \\ 213 \end{pmatrix}$
2. Разложить перестановку  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 1 \end{pmatrix}$   
в произведение транспозиций
3. Найти образ отображения  $2 \sin 3x + 5$
4. Вычислить функцию Эйлера  $\varphi(21)$

5. Найти НОД многочленов  $x^2 - x + 1$  и  $x^3 + 1$
6. Вычислить  $\frac{1-i}{1+i}$
7. Вычислить  $(1-i)^{80}$

### Контрольная работа № 2

1. Вычислить произведение матриц

$$\begin{pmatrix} 2 & -1 & 3 & -4 \\ 3 & -2 & 4 & -3 \\ 5 & -3 & -2 & 1 \\ 3 & -3 & -1 & 2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 7 & 8 & 6 & 9 \\ 5 & 7 & 4 & 5 \\ 3 & 4 & 5 & 6 \\ 2 & 1 & 1 & 2 \end{pmatrix};$$

2. Вычислить произведение матриц

$$\begin{pmatrix} 0 & 2 & -1 \\ -2 & -1 & 2 \\ 0 & -2 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & -1 & -1 \\ 2 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & -1 \\ 1 & -2 & 1 \end{pmatrix};$$

3. Вычислить значения многочлена  $f(x) = 3x^2 - 2x + 5$ , от матрицы А

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 2 & -4 & 1 \\ 3 & -5 & 2 \end{pmatrix};$$

4. Вычислить определитель

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \end{vmatrix},$$

5. Вычислить определитель

$$\begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & \dots & n \\ -1 & 0 & 3 & \dots & n \\ -1 & -2 & 0 & \dots & n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ -1 & -2 & -3 & \dots & 0 \end{vmatrix},$$

6. Решить систему линейных уравнений

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

7. Решить систему линейных уравнений

$$\begin{cases} 3x_1 + 4x_2 + x_3 + 2x_4 = -1 \\ 5x_1 + 7x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 0 \\ 2x_1 + 3x_2 + 2x_3 + x_4 = 3 \\ 4x_1 + 5x_2 + 6x_3 - 3x_4 = 19 \end{cases}$$

с помощью обратной матрицы

### Контрольная работа №3

1. Решить систему линейных уравнений:

$$\begin{cases} 3x_1 - 2x_2 - 6x_3 + x_4 = -6 \\ 2x_1 - 3x_2 + x_3 + 5x_4 = -5 \\ x_1 + 2x_2 - 4x_4 = 7 \\ x_1 - x_2 - 4x_3 + 9x_4 = -13 \end{cases}$$

методом Гаусса .

2. Вычислить ранг матрицы

$$\begin{pmatrix} 2 & -1 & 3 & -2 & 4 \\ 4 & -2 & 5 & 1 & 7 \\ 2 & -1 & 1 & 8 & 2 \end{pmatrix}$$

3. Вычислить ранг матрицы

$$\begin{pmatrix} 2 & -1 & 3 & -2 & 7 \\ 6 & -2 & 5 & 1 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 8 & 2 \end{pmatrix}$$

4. Найти обратную матрицу для матрицы

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

5. Найти координаты вектора  $b=(1,-9,0)$  в базисе  $a_1, a_2, a_3$   
 $a_1=(3,4,-2)$

$$a_2=(5,1,-3)$$

$$a_3=(2,-2,-1)$$

6. Найти координаты вектора  $x = (1, 1, 1)$  в базисе:

$$e_1 = (2,2,-1), e_2 = (2,-1,2), e_3 = (-1,2,2);$$

7. Найти характеристический многочлен матрицы

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

### Контрольная работа №4

1. Оператор

|                |                |                                      |
|----------------|----------------|--------------------------------------|
| V              | W              | $\varphi: V \rightarrow W$           |
| $\mathbf{R}^3$ | $\mathbf{R}^2$ | $\varphi(x) = (x_1 - 1, x_2 + 3x_3)$ |

является линейным?

2. Оператор

|                |                |  |
|----------------|----------------|--|
| V              | W              | $\varphi: V \rightarrow W$                             |
| $\mathbf{R}^3$ | $\mathbf{R}^4$ | $\varphi(x) = (x_1 + x_2, x_1 - x_3, 2x_2, x_3 + x_4)$ |



Является линейным?

### 3. Оператор

|           |   |                            |
|-----------|---|----------------------------|
| V         | W | $\varphi: V \rightarrow W$ |
| $M(n, k)$ | k | $\varphi(A) =  A $         |

Является линейным?

### 4. Найти матрицу оператора:

$(x_1, x_2, x_3) \rightarrow (x_1, x_1 + 2x_2, x_2 + 3x_3)$  в  $R^3$  в базисе из единичных векторов

### 5. Найти ядро линейного оператора, заданного матрицей:

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

### 6. Найти размерность ядра линейного оператора, заданного в некотором базисе матрицей:

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

### 7. Вычислить собственные значения линейного оператора, в некотором базисе заданного матрицей:

$$\begin{pmatrix} 4 & -1 & -2 \\ 2 & 1 & -2 \\ 1 & -1 & 1 \end{pmatrix},$$

Критерии оценивания представлены в таблице 8.1.

**Примеры тестовых заданий по дисциплине:**

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

**Примерные тестовые задания (1 семестр,)**

1. (5 балл) Значение  $i^{133}$  равно:  
1,  
+ i;  
-i;  
-1
2. (5 балл) Значение  $(-1 + i)^4$  равно:  
 $(\sqrt{2})^4(\cos \frac{12p}{4} + i \sin \frac{12p}{4}),$   
 $(\sqrt{3})^5(\cos \frac{5p}{4} + i \sin \frac{5p}{4}),$   
 $(7)^5(\cos \frac{9p}{4} + i \sin \frac{9p}{4}),$   
 $(\sqrt{5})^5(\cos \frac{5p}{4} + i \sin \frac{5p}{4}).$
3. (9 балл) НОД многочленов  $x^4 + x^3 - 3x^2 - 4x - 1$ ;  $x^3 + x^2 - x - 1$  равен  
(x+1),  
x+2,  
3-x,  
x+5
4. (6 балл) Значение функции Эйлера  $\phi(21)$  равно:  
13.  
14,  
15.

**Тест (2 семестр,)**

1. Произведение матриц

$$\begin{pmatrix} 2 & -1 & 3 & -4 \\ 3 & -2 & 4 & -3 \\ 5 & -3 & -2 & 1 \\ 3 & -3 & -1 & 2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 7 & 8 & 6 & 9 \\ 5 & 7 & 4 & 5 \\ 3 & 4 & 5 & 6 \\ 2 & 1 & 1 & 2 \end{pmatrix};$$

Равно

### Произведение матриц

$$\begin{pmatrix} 0 & 2 & -1 \\ -2 & -1 & 2 \\ 0 & -2 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & -1 & -1 \\ 2 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & -1 \\ 1 & -2 & 1 \end{pmatrix};$$

равно

### 2. Значения многочлена $f(x)$

$$f(x) = 3x^2 - 2x + 5, \text{ от матрицы } A \quad A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 2 & -4 & 1 \\ 3 & -5 & 2 \end{pmatrix};$$

равно

### 3. Определитель

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \end{vmatrix},$$

равен

### 4. Определитель

$$\begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & \dots & n \\ -1 & 0 & 3 & \dots & n \\ -1 & -2 & 0 & \dots & n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ -1 & -2 & -3 & \dots & 0 \end{vmatrix},$$

Равен

### 5. Решение системы линейных уравнений

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

6.Решение системы линейных уравнений

$$\begin{cases} 3x_1 + 4x_2 + x_3 + 2x_4 = -1 \\ 5x_1 + 7x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 0 \\ 2x_1 + 3x_2 + 2x_3 + x_4 = 3 \\ 4x_1 + 5x_2 + 6x_3 - 3x_4 = 19 \end{cases}$$

с помощью обратной матрицы равно

### ***Тест (2 семестр,)***

1. Решение системы уравнений:

$$\begin{cases} 3x_1 - 2x_2 - 6x_3 + x_4 = -6 \\ 2x_1 - 3x_2 + x_3 + 5x_4 = -5 \\ x_1 + 2x_2 - 4x_4 = 7 \\ x_1 - x_2 - 4x_3 + 9x_4 = -13 \end{cases}$$

методом Гаусса равно

2. Ранг матрицы

$$\begin{pmatrix} 2 & -1 & 3 & -2 & 4 \\ 4 & -2 & 5 & 1 & 7 \\ 2 & -1 & 1 & 8 & 2 \end{pmatrix}$$

3 Ранг матрицы

$$\begin{pmatrix} 2 & -1 & 3 & -2 & 7 \\ 6 & -2 & 5 & 1 & 9 \\ 2 & -1 & 1 & 8 & 2 \end{pmatrix}$$

3. Обратная матрица для матрицы

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

равна

4. Координаты вектора  $b=(1,-9,0)$   
в базисе  $a_1, a_2, a_3$   
 $a_1=(3,4,-2)$

$$a_2=(5,1,-3)$$

$$a_3=(2,-2,-1)$$

равны

6. Координаты вектора  $x = (1, 1, 1)$  в базисе:

$$e_1 = (2,2,-1), e_2 = (2,-1,2), e_3 = (-1,2,2);$$

равны

7. (5 баллов) Характеристический многочлен матрицы

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

Равен

### ***Контрольный тест (2семестр,)***

1. Дан вектор  $x(-8,1,2)$  и дан новый базис  $f_1(8,-4,3), f_2(1,-1,1), f_3(5,-2,1)$ . Координаты вектора в новом базисе равны:

2.  $U$  и  $V$  – векторные подпространства, натянутые на вектора  $(a_1, a_2, a_3)$  и  $(b_1, b_2, b_3)$  соответственно. Размерность  $U \cap V$ .

$$a_1(1,1,-3,2)$$

$$b_1(-1,1,1,-1)$$

$$a_2(-3,1,0,1)$$

$$b_2(0,-1,-1,3)$$

$$a_3(1,1,-2,0)$$

$$b_3(1,1,1,-5)$$

равна

3. ) Оператор  $T(x)=(3x_1-2x_2-x_3, -2x_1-2x_2, x_1+x_2)$  линейный?

### **Методика формирования результирующей оценки**

**Таблица 8.1**

| Эт<br>ап | Форма<br>контроля | Критерии оценивания |       |       |          |
|----------|-------------------|---------------------|-------|-------|----------|
|          |                   | 86-100              | 71-85 | 56-70 | Менее 56 |

| <i>1. Текущий контроль (маx 25 баллов за 1 модуль)</i> |   |  |   |  |   |
|--|---|--|---|--|---|
|  |   | 4 балла  | 3балла  | 1-2 балла  | 0–1 балл  |
|  | Посеще<br>ние<br>занятий<br>(маx 4 б.)                                    | Студент<br>посетил более<br>85% занятий  | Студент<br>посетил 71–<br>85% занятий   | Студент<br>посетил 56–<br>70% занятий  | Студент посетил<br>менее 56%<br>занятий   |
|  |   | 9–10 баллов  | 7–8 баллов  | 6–7 баллов   | 0–5 баллов  |
|  | Текущая<br>работа в<br>течение<br>модуля<br>(маx 10б.)                    | Студент<br>активно<br>работает на<br>занятиях,<br>превосходно<br>выполняет все<br>задания<br>преподавателя.  | Студент<br>активно<br>работает на<br>занятиях,<br>хорошо<br>выполняет<br>задания<br>преподавателя.  | Студент<br>недостаточно<br>активно<br>работает на<br>занятиях,<br>удовлетворител<br>ьно выполняет<br>задания<br>преподавателя.   | Студент<br>недостаточно<br>активно<br>работает на<br>занятиях,<br>неудовлетворит<br>ельно<br>выполняет<br>задания<br>преподавателя.   |
|  |   | 7-8 баллов   | 5-6 баллов  | 3-4 балла  |   |
|  | Контроль<br>ная<br>работа   | Правильно<br>выполнены все<br>задания.<br>Продемонстрир<br>ован высокий<br>уровень<br>владения<br>материалом.<br>Проявлены<br>превосходные<br>способности<br>применять<br>знания и<br>умения к<br>выполнению<br>конкретных<br>заданий. | Правильно<br>выполнена<br>большая часть<br>заданий.<br>Присутствуют<br>незначительны<br>е ошибки.<br>Продемонстрир<br>ован хороший<br>уровень<br>владения<br>материалом           | Задания<br>выполнены<br>более чем<br>наполовину.<br>Присутствуют<br>серьезные<br>ошибки.<br>Продемонстрир<br>ован<br>удовлетворител<br>ьный уровень<br>владения<br>материалом.                         | Задания<br>выполнены<br>менее чем<br>наполовину.<br>Продемонстрир<br>ован<br>неудовлетворит<br>ельный уровень<br>владения<br>материалом.<br>Проявлены<br>недостаточные<br>способности<br>применять<br>знания и умения<br>к выполнению<br>конкретных<br>заданий. |
|  |   | 3 балла  | 2 балла   | 1 балл   | 0 баллов  |
|  | Доклад,<br>По<br>тематике<br>самостоят<br>ельной<br>работы<br>(маx 3б.) / | Тема<br>полностью<br>раскрыта.<br>Превосходное<br>владение<br>материалом.<br>Высокий<br>уровень<br>самостоятельно<br>сти,<br>логичности,<br>аргументирова<br>нности.<br>Превосходный   | Тема в<br>основном<br>раскрыта.<br>Хорошее<br>владение<br>материалом.<br>Средний<br>уровень<br>самостоятельно<br>сти,<br>логичности,<br>аргументирова<br>нности.<br>Хороший стиль | Тема частично<br>раскрыта.<br>Удовлетворите<br>льное владение<br>материалом.<br>Низкий<br>уровень<br>самостоятельно<br>сти,<br>логичности,<br>аргументирова<br>нности.<br>Удовлетворите<br>льный стиль | Тема не<br>раскрыта.<br>Неудовлетворит<br>ельное владение<br>материалом.<br>Недостаточный<br>уровень<br>самостоятельнос<br>ти, логичности,<br>аргументирован<br>ности.<br>Неудовлетворит<br>ельный стиль<br>изложения.  |

|   |               |  |  |  |  |
|---|---------------|--|--|--|--|
|   |               | стиль<br>изложения.  | изложения.   | изложения.   |  |
| <i>2. Рубежный контроль (25 б. за 1 модуль)</i> |               |  |  |  |  |
|   |               | 25 баллов  | 18–21 балл   | 14–17 баллов   | 0–13 баллов  |
|   | тест          | Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.    | Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.                 | Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.   |
| <i>3. Итоговый контроль по дисциплине</i>       |               |  |  |  |  |
|   |               | 43–50 баллов   | 36–42 балла  | 28–35 баллов   | 0–27 баллов  |
|   | Экзамен/зачет | Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента. | Дан полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Но допущены незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя. | Дан недостаточно полный ответ. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции.                                 | Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины или дан неполный ответ и допущены грубые ошибки. Речь неграмотная. Уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины. |

Студенты, получившие в ходе текущего и рубежного контроля 56-100 баллов, автоматически получают «Зачет» или соответствующую шкале экзаменационную оценку. Результирующая оценка складывается по соответствующей БРС формуле.

### **Вопросы для подготовки к зачёту/экзамену:**

- ...
1. Операции над множествами
  2. Отношение эквивалентности
  3. Классы эквивалентности
  4. Число подмножеств конечного множества.
  5. Типы отображений
  6. Композиция отображений, обратные отображения
  7. Делимость целых чисел
  8. Деление с остатком, наибольший общий делитель, алгоритм Евклида
  9. Линейное разложение НОД
  10. Простые числа, бесконечность числа простых чисел
  11. Каноническое разложение целого числа
  12. Функция Эйлера
  13. Малая теорема Ферма
  14. Комплексные числа
  15. Геометрическое изображение, алгебраическая и тригонометрическая формы записи комплексного числа..
  16. Формула Муавра
  17. Извлечение корней, корни из единицы
  18. Операции над многочленами, НОД многочленов
  19. Корни многочленов и их кратность
  20. Неприводимые многочлены
  21. Основная теорема высшей алгебры
  22. Неприводимые многочлены над полем действительных чисел и над полем рациональных чисел
  23. Интерполяционная формула Лагранжа
  24. Перестановки и действия над ними
  25. Циклы. Транспозиции.
  26. Разложение перестановки в произведение транспозиций.

### **Вопросы к экзамену (2 семестр)**

- 1.
2. Матрицы и действия над ними
3. Свойства операций над матрицами.
4. Ассоциативность произведения матриц
5. Матрицы специального вида
6. Умножение на матрицы специального вида, как выполнение элементарных преобразований над строками (столбцами)
7. Матрицы-перестановки
8. Определитель порядка  $n$  (определение)
9. Алгебраическое дополнение.
10. Свойства определителей
11. Определитель Вандермонда.
12. Определитель произведения двух матриц. Обратная матрица.
13. Линейная зависимость строк (столбцов) матрицы.
14. Базис и ранг совокупности строк.
15. Ранг матрицы



16. Ранг матрицы в терминах определителей.
17. Определение ранга матрицы при помощи элементарных преобразований
18. Однородные системы линейных уравнений
19. Строение множества решений системы линейных однородных уравнений.
20. Теорема Кронекера-Капелли. Неоднородные системы.
21. Строение множества решений неоднородной системы
22. Решение линейных систем с невырожденной основной матрицей.
23. Определение линейного пространства.
24. Линейные комбинации элементов линейного пространства
25. Порождающие системы
26. Базис и размерность линейного пространства
27. Координаты элемента в фиксированном базисе
28. Замена базиса и преобразование координат
29. Изоморфизм линейных пространств
30. Сумма и пересечение подпространств.
31. Характеристический полином матрицы.
32. Теорема Гамильтона – Кэли.
33. Квадратичная форма.
34. Преобразование квадратичной формы к каноническому виду
35. Ранг квадратичной формы.
36. Положительно определенные квадратичные формы.
37. Критерий Сильвестра положительности квадратичной формы
38. Закон инерции квадратичных форм

39.

**Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

| <b>Уровень сформированности компетенций</b>   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <b>«Минимальный уровень не достигнут» (менее 56 баллов)</b>                                     | <b>«Минимальный уровень» (56-70 баллов)</b>  | <b>«Средний уровень» (71-85 баллов)</b>  | <b>«Высокий уровень» (86-100 баллов)</b>   |
| <u>Компетенции не сформированы.</u><br><br>Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы. | <u>Компетенции сформированы.</u><br><br>Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности | <u>Компетенции сформированы.</u><br><br>Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень | <u>Компетенции сформированы.</u><br><br>Знания твердые, аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | практического<br>навыка.  | самостоятельности<br>устойчивого<br>практического<br>навыка.   | самостоятельности,<br>высокая<br>адаптивность<br>практического<br>навыка   |
| <b>Описание критериев оценивания</b>   |   |  |  |
| <p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- существенные пробелы в знаниях учебного материала;</li> <li>- допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;</li> <li>- непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий;</li> <li>- отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой дисциплины;</li> <li>- отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкую степень контактности.</li> </ul> | <p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знания теоретического материала;</li> <li>- неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;</li> <li>- неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы;</li> <li>- недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины;</li> <li>- умение без грубых ошибок решать практические задания, которые следует выполнить.</li> </ul> | <p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала;</li> <li>- твердые знания теоретического материала.</li> <li>- способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;</li> <li>- правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы;</li> <li>- умение решать практические задания, которые следует выполнить;</li> <li>- владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины;</li> <li>- наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам. Возможны незначительные оговорки и неточности</li> </ul> | <p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала;</li> <li>- полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий в рамках обсуждаемых заданий;</li> <li>- способность устанавливать и объяснять связь практики и теории;</li> <li>- логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания, а также дополнительные вопросы экзаменатора;</li> <li>- умение решать практические задания;</li> <li>- свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы.</li> </ul> |

|  |   |   |                                     |
|--|---|---|-------------------------------------|
|  |   | раскрытии отдельных положений вопросов, присутствует неуверенность в ответах. |                                     |
| <b>Оценка «неудовлетворительно» / не зачтено</b> | <b>Оценка «удовлетворительно» / «зачтено»</b> | <b>Оценка «хорошо» / «зачтено»</b>  | <b>Оценка «отлично» / «зачтено»</b> |

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. Ильин, В.А. Линейная алгебра : учебник / В.А. Ильин, Э.Г. Позняк. – 6-е изд., стереотип. – Москва : Физматлит, 2010. – 278 с. – (Курс высшей математики и математической физики. Вып. 4). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68974> – ISBN 978-5-9221-0481-4. – Текст : электронный.
2. Ленг, С. Алгебра / С. Ленг. – Москва : Наука, 1965. – 558 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=464071> – Текст : электронный.
3. Винберг, Э.Б. Курс алгебры : учебник / Э.Б. Винберг. – Москва : МЦНМО, 2011. – 591 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63299> – ISBN 978-5-94057-685-3. – Текст : электронный.
4. Кострикин, А.И. Введение в алгебру : учебник / А.И. Кострикин. – Москва : МЦНМО, 2009. – Ч. 1. Основы алгебры. – 273 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63140> – ISBN 978-5-94057-453-8. – Текст : электронный. Кострикин, А.И. Введение в алгебру : учебник / А.И. Кострикин. – Москва : МЦНМО, 2009. – Ч. 2. Линейная алгебра. – 368 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63144> – ISBN 978-5-94057-454-5. – Текст : электронный.
5. Кострикин, А.И. Введение в алгебру : учебник / А.И. Кострикин. – Москва : МЦНМО, 2009. – Ч. 3. Основные структуры алгебры. – 272 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=62951> – ISBN 978-5-94057-455-2. – Текст : электронный.

### б) дополнительная литература:

6. Бурбаки, Н. Алгебра / Н. Бурбаки ; ред. Ю.И. Манин ; пер. Г.В. Дорофеев. – Москва : Наука, 1966. – Ч. 3. Модули, кольца, формы. – 552 с. – (Элементы математики). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=112124> – Текст : электронный.
7. Бурбаки, Н. Алгебра / Н. Бурбаки ; ред. Ю.И. Манин ; пер. В.Е. Говоров, Ю.И. Манин, А.В. Михалев и др. – Москва : Наука, 1965. – Ч. 2. Многочлены и поля. Упорядоченные группы. – 298 с. – (Элементы математики). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=112119> – Текст : электронный.
8. Бурбаки, Н. Алгебра / Н. Бурбаки ; ред. С.М. Половинкин ; пер. Д.А. Райков. – Москва : Гос. изд-во физико-математической лит., 1962. – Ч. 1. Алгебраические структуры. Линейная и полинейная алгебра. – 513 с. – (Элементы математики). – Режим доступа: по

подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=112121> Текст :  
электронный

**в) электронные библиотечные системы, с которыми у СОГУ имеется действующий договор, современные профессиональные базы, информационные справочные системы:**

– eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – URL: <http://www.elibrary.ru>.

– База данных «ЭБС elibrary»: <http://elibrary.ru>

– Издательство «Юрайт» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://biblio-online.ru>.

- Университетская библиотека online [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://www.biblioclub.ru>.

#### **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Занятия по дисциплине проводятся в аудиториях, обеспеченных компьютерами, имеющими доступ к сети Интернет, интерактивными досками и мультимедийным оборудованием.

*Лицензионное программное обеспечение:*

1. Windows 10 Pro for Workstations, (№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г);
2. Office Standard 2016 (№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г);
3. Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат ВУЗ»;

*Перечень ПО в свободном доступе:*

1. Kaspersky Free;
2. WinRar;
3. Google Chrome;
4. Yandex Browser;
5. OperaBrowser;

## **11. Лист обновления/актуализации**

### **1. Рабочая программа**

пересмотрена и актуализирована на заседании кафедры алгебры и геометрии протокол № 8 от 22.03 2018г.;  
одобрена на заседании совета факультета математики и информационных технологий. протокол № 5 от 30.03.2018)

### **2. Рабочая программа**

пересмотрена и актуализирована на заседании кафедры алгебры и геометрии протокол № 7 от 27.03.2019г.;  
одобрена на заседании совета факультета математики и информационных технологий, протокол № 5 от 29.03.2019 г.

### **3. Рабочая программа**

пересмотрена и актуализирована на заседании кафедры алгебры и геометрии; протокол №7 от 24.03.2020)  
одобрена на заседании совета факультета математики и информационных технологий, протокол № 5 от 27.03.2020 г.