



1920

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Филиал федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Кубанский государственный университет» в г. Славянске-на-Кубани  
Факультет математики, информатики, биологии и технологии  
Кафедра математики, информатики,  
естественнонаучных и общетехнических дисциплин

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по работе с филиалами

А.А. Евдокимов

«31» мая 2023 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.17.01 ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА

Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование

Направленность (профиль) Информатика

Форма обучения заочная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины «Линейная алгебра» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 февраля 2018 г. № 121, зарегистрировано в Минюсте России 15.03.2018 № 50362.

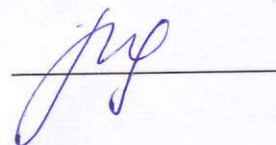
Программу составил:

Чернышев А.Н.,  
доцент кафедры математики, информатики,  
естественнонаучных и общетехнических дисциплин,  
кандидат физико-математических наук, доцент



Рабочая программа дисциплины «Линейная алгебра» утверждена на заседании кафедры математики, информатики, естественнонаучных и общетехнических дисциплин  
протокол №13 от 16.05.2023 г.

Зав. кафедрой математики, информатики,  
естественнонаучных и общетехнических  
дисциплин Радченко С. А.,

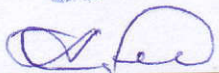


Утверждена на заседании учебно-методического совета филиала,  
протокол №9 от 18.05.2023 г.

Председатель УМС филиала Поздняков С. А.



Рецензенты:



Катаева Н.В., директор МБОУ СОШ № 5 им. Героя Советского  
Союза В. Ф. Маргелова, г. Славянска-на-Кубани  
МО Славянский район

Шишкин А.Б., профессор каф. МИЕНиОД,  
КубГУ филиал в г.Славянске-на-Кубани

## Содержание

|                                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Цели и задачи изучения дисциплины .....                                                                                                                                                                                               | 4  |
| 1.1 Цель освоения дисциплины .....                                                                                                                                                                                                      | 4  |
| 1.2 Задачи дисциплины .....                                                                                                                                                                                                             | 4  |
| 1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы .....                                                                                                                                                                        | 4  |
| 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с<br>планируемыми результатами освоения образовательной программы .....                                                                                       | 5  |
| 2 Структура и содержание дисциплины .....                                                                                                                                                                                               | 7  |
| 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ .....                                                                                                                                                                          | 7  |
| 2.2 Структура дисциплины .....                                                                                                                                                                                                          | 7  |
| 2.3 Содержание разделов дисциплины .....                                                                                                                                                                                                | 8  |
| 2.3.1 Занятия лекционного типа .....                                                                                                                                                                                                    | 8  |
| 2.3.2 Занятия семинарского типа .....                                                                                                                                                                                                   | 10 |
| 2.3.3 Лабораторные занятия .....                                                                                                                                                                                                        | 12 |
| 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ .....                                                                                                                                                                                           | 12 |
| 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы<br>обучающихся по дисциплине .....                                                                                                                             | 12 |
| 3 Образовательные технологии .....                                                                                                                                                                                                      | 13 |
| 3.1 Образовательные технологии при проведении лекций .....                                                                                                                                                                              | 14 |
| 3.2 Образовательные технологии при проведении практических занятий .....                                                                                                                                                                | 14 |
| 4 Оценочные и методические материалы .....                                                                                                                                                                                              | 15 |
| 4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной<br>аттестации .....                                                                                                                                           | 16 |
| 4.2 Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций .....                                                                                                                                                                | 16 |
| 4.3 Рейтинговая система оценки (текущей) успеваемости студентов .....                                                                                                                                                                   | 17 |
| 4.4 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки<br>знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы<br>формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы ..... | 17 |
| 4.5 Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации .....                                                                                                                                                                | 22 |
| 5 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения<br>дисциплины .....                                                                                                                                   | 23 |
| 5.1 Учебная литература .....                                                                                                                                                                                                            | 23 |
| 5.2 Периодические издания .....                                                                                                                                                                                                         | 25 |
| 5.3 Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и<br>информационные справочные системы .....                                                                                                                 | 26 |
| 5.3.1 Электронно-библиотечные системы (ЭБС) .....                                                                                                                                                                                       | 26 |
| 5.3.2 Профессиональные базы данных .....                                                                                                                                                                                                | 26 |
| 5.3.3 Информационные справочные системы .....                                                                                                                                                                                           | 27 |
| 5.3.4 Ресурсы свободного доступа .....                                                                                                                                                                                                  | 27 |
| 5.3.5 Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы .....                                                                                                                                                            | 28 |
| 6 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....                                                                                                                                                                    | 28 |
| 6.1 Общие рекомендации по самостоятельной работе обучающихся .....                                                                                                                                                                      | 28 |
| 6.2 Организация процедуры промежуточной аттестации .....                                                                                                                                                                                | 29 |
| 7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного<br>процесса по дисциплине .....                                                                                                                         | 31 |

# **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

## **1.1 Цель освоения дисциплины**

**Цель дисциплины:** изучение основных математических понятий линейной алгебры, представлений и их свойств, на основе которых создаются математические модели в линейном приближении; обеспечение условий для активизации познавательной деятельности студентов; стимулирование самостоятельной работы по освоению содержания дисциплины и формированию необходимых компетенций; развитие абстрактного мышления, пространственных представлений, вычислительной, алгоритмической культур и общей математической культуры.

## **1.2 Задачи дисциплины**

Изучение дисциплины «Линейная алгебра» направлено на овладение следующими компетенциями:

УК-1 способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

ОПК-7 способен взаимодействовать с участниками образовательных отношений в рамках реализации образовательных программ;

ПК-2 способен применять знания информатики при реализации образовательного процесса;

ПК-3 способен организовать деятельность обучающихся, направленную на развитие интереса к информатике в рамках урочной и внеурочной деятельности.

В соответствие с этим ставятся следующие задачи дисциплины:

1. изучение и овладение методами решения математических задач, формулируемых и решаемых в линейной алгебре;

2. изучение методов и приемов математических доказательств теорем и утверждений;

3. формирование у студентов умений и навыков самостоятельного приобретения и применения знаний при исследовании и построении математических моделей;

4. овладение студентами знаний по применению алгебры в различных разделах информатики;

5. овладение практическими навыками и приемами вычислений определителей матриц, операций над матрицами, решения систем линейных алгебраических уравнений, законов преобразований векторов и матриц, решения характеристического уравнения, нахождения собственных векторов и собственных значений, операций над квадратичными формами, вычисления функций от матриц и т. д.

## **1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Линейная алгебра» относится к модулю Б1.О.17 «Основы предметных знаний по профилю «Информатика»» из обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)». Для освоения дисциплины «Линейная алгебра» используются знания, умения, навыки, способы деятельности и установки, полученные и сформированные в ходе изучения дисциплины «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», школьных курсов «Геометрия», «Алгебра и начала анализа».

Освоение данной дисциплины является основой для последующего изучения учебных дисциплин модуля «Основы предметных знаний по профилю Информатика», а также курсов по выбору студентов, содержание которых связано с готовностью студента углубить свои знания в области информатики и математики.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций (УК, ОПК и ПК).

| 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  |                                                                                                                                                                                                      |
| ИУК-1.1. Осуществляет поиск необходимой информации, опираясь на результаты анализа поставленной задачи                               | знает методы критического анализа и оценки современных научных достижений, основные принципы критического анализа                                                                                    |
|                                                                                                                                      | умеет собирать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области                                                                                                           |
|                                                                                                                                      | владеет навыками исследования профессиональных проблем с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности                                                                 |
| ИУК-1.2. Выбирает оптимальный вариант решения задачи, аргументируя свой выбор                                                        | демонстрирует достаточный уровень оценочных суждений при разборе проблемных профессиональных ситуаций                                                                                                |
|                                                                                                                                      | умеет получать новые знания на основе анализа, синтеза и других методов, осуществлять поиск информации и решений на основе экспериментальных действий                                                |
|                                                                                                                                      | владеет навыками выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения                                                                                                         |
| ОПК-7 Способен взаимодействовать с участниками образовательных отношений в рамках реализации образовательных программ                |                                                                                                                                                                                                      |
| ИОПК-7.1. Понимает основные аспекты взаимодействия участников образовательных отношений в рамках реализации образовательных программ | знает закономерности формирования и развития детско-взрослых сообществ, их социально-психологические особенности и закономерности развития детских и подростковых сообществ                          |
|                                                                                                                                      | умеет обоснованно выбирать и реализовывать формы, методы и средства взаимодействия с участниками образовательных отношений в рамках реализации образовательных программ                              |
|                                                                                                                                      | техниками и приемами взаимодействия с участниками образовательных отношений в рамках реализации образовательных программ                                                                             |
| ИОПК-7.2. Применяет методы взаимодействия участников образовательных отношений в рамках реализации образовательных программ          | знает психолого-педагогические закономерности, принципы, особенности, этические и правовые нормы взаимодействия с участниками образовательных отношений в рамках реализации образовательных программ |
|                                                                                                                                      | умеет предупреждать и продуктивно разрешать межличностные конфликты                                                                                                                                  |

|                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                   | владеет приемами предупреждения и продуктивного разрешения межличностных конфликтов                                                                                                                                                                  |
| ПК-2 Способен применять знания информатики при реализации образовательного процесса                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ИПК 2.1 Владеет предметным содержанием в соответствии с дидактическими целями и возрастными особенностями учащихся                                | знает перечень и содержательные характеристики учебной документации по вопросам организации и реализации образовательного процесса (примерные программы, основные учебники по предмету); теорию и технологии учета возрастных особенностей студентов |
|                                                                                                                                                   | умеет критически анализировать учебные материалы предметной области с точки зрения их научности, психолого-педагогической и методической целесообразности использования с учетом возрастных особенностей обучающихся                                 |
|                                                                                                                                                   | владеет навыками конструирования предметного содержания и адаптации его в соответствии с возрастными особенностями целевой аудитории                                                                                                                 |
| ИПК 2.2 Выбирает вариативное содержание предмета с учетом взаимосвязи урочной и внеурочной форм обучения                                          | знает приоритетные направления развития образовательной системы РФ, требования примерных образовательных программ по учебному предмету                                                                                                               |
|                                                                                                                                                   | умеет конструировать содержание обучения в соответствии с уровнем развития научного знания и формой обучения                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                   | владеет навыками разработки рабочих программ по предмету на основе примерных основных общеобразовательных программ и обеспечения ее реализации в соответствии с выбранной формой обучения                                                            |
| ПК-3 Способен организовывать деятельность обучающихся, направленную на развитие интереса к информатике в рамках урочной и внеурочной деятельности |                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ИПК 3.1 Организует учебную деятельность на уроке, с целью развития интереса у учащихся к предмету                                                 | знает основные подходы, принципы, виды и приемы современных педагогических технологий, направленные на развития интереса у учащихся к предмету                                                                                                       |
|                                                                                                                                                   | умеет использовать достижения отечественной и зарубежной методической мысли, современных методических направлений и концепций с целью развития интереса у учащихся к предмету                                                                        |
|                                                                                                                                                   | владеет навыками организации учебной деятельности на уроке, развивающей интерес у учащихся к предмету                                                                                                                                                |
| ИПК 3.2 Организует различные виды внеурочной деятельности, направленные на развитие и поддержание познавательного интереса учащихся               | знает условия выбора и приемы использования современных образовательных технологий для повышения мотивации школьников к учебной и учебно-исследовательской работе во внеурочной деятельности по математике и информатике                             |

|  |                                                                                                                                                                                                       |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | умеет организовывать самостоятельную деятельность учащихся, в том числе исследовательскую, направленную на развитие и поддержание познавательного интереса                                            |
|  | имеет навыки использования разнообразных форм, приемов, методов и средств обучения, в том числе по индивидуальным учебным планам, для поддержания познавательного интереса во внеурочной деятельности |

## 2 Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ЗФО).

| Вид учебной работы                                         |                                      | Всего часов | Курс (часы) |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------|-------------|
|                                                            |                                      |             | 2           |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                     |                                      | <b>12,3</b> | <b>12,3</b> |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>                         |                                      | <b>12</b>   | <b>12</b>   |
| Занятия лекционного типа                                   |                                      | 4           | 4           |
| Лабораторные занятия                                       |                                      | —           | —           |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) |                                      | 8           | 8           |
| <b>Иная контактная работа:</b>                             |                                      | <b>0,3</b>  | <b>0,3</b>  |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                      |                                      | —           | —           |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                             |                                      | 0,3         | 0,3         |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>                |                                      | <b>123</b>  | <b>123</b>  |
| Курсовая работа                                            |                                      | —           | —           |
| Проработка учебного (теоретического) материала             |                                      | 120         | 120         |
| Подготовка к текущему контролю                             |                                      | 3           | 3           |
| <b>Контроль:</b>                                           |                                      | <b>8,7</b>  | <b>8,7</b>  |
| Подготовка к экзамену                                      |                                      | 8,7         | 8,7         |
| <b>Общая трудоемкость</b>                                  | <b>час.</b>                          | <b>144</b>  | <b>144</b>  |
|                                                            | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>68,3</b> | <b>68,3</b> |
|                                                            | <b>зач. ед</b>                       | <b>4</b>    | <b>4</b>    |

### 2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

| №      | Наименование разделов                                       | Все-<br>го | Количество часов     |    |    |                           |                          |
|--------|-------------------------------------------------------------|------------|----------------------|----|----|---------------------------|--------------------------|
|        |                                                             |            | Аудиторная<br>работа |    |    | Внеаудитор-<br>ная работа | КСР,<br>ИКР,<br>контроль |
|        |                                                             |            | ЛК                   | ПЗ | ЛР |                           |                          |
| 2 курс |                                                             |            |                      |    |    |                           |                          |
| 1      | Матрицы и определители                                      | 33         | 1                    | 2  | –  | 30                        | –                        |
| 2      | Линейные пространства                                       | 22         | 1                    | 1  | –  | 20                        | –                        |
| 3      | Системы линейных уравнений                                  | 33         | 1                    | 2  | –  | 30                        | –                        |
| 4      | Евклидовы пространства                                      | 22         | 1                    | 1  | –  | 20                        | –                        |
| 5      | Линейные операторы в конечномерном<br>линейном пространстве | 11         | –                    | 1  | –  | 10                        | –                        |
| 6      | Билинейные и квадратичные формы.<br>Функции от матриц       | 11         | –                    | 1  | –  | 10                        | –                        |

|                                                    |            |          |          |          |            |          |
|----------------------------------------------------|------------|----------|----------|----------|------------|----------|
| <b>ИТОГО по разделам дисциплины</b>                | <b>132</b> | <b>4</b> | <b>8</b> | <b>–</b> | <b>120</b> | <b>–</b> |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)              | –          | –        | –        | –        | –          | –        |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                     | 0,3        | –        | –        | –        | –          | 0,3      |
| Подготовка к текущему контролю                     | 3          | –        | –        | –        | 3          | –        |
| Подготовка к экзамену(контроль)                    | 8,7        | –        | –        | –        | –          | 8,7      |
| <b>Общая трудоемкость по дисциплине за семестр</b> | <b>144</b> | <b>4</b> | <b>8</b> | <b>–</b> | <b>123</b> | <b>9</b> |

Примечание: ЛК – лекции; ПЗ – практические занятия, семинары; ЛР – лабораторные работы; СРС – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; КСР – контроль самостоятельной работы.

## 2.3 Содержание разделов дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| №             | Наименование раздела       | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Форма текущего контроля |
|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>2 курс</b> |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |
| 1             | Матрицы и определители.    | Введение. Линейность в физике и математике. Матрицы, операции над матрицами, свойства операций. Транспонирование. Линейное преобразование. Блочные матрицы, прямая сумма матриц, алгебраические свойства прямой суммы. Коммутатор и антикоммутатор. След матрицы. Группа подстановок и симметрическая группа.       | УП, К, Т                |
|               |                            | Определитель матрицы (два определения). Минор и алгебраическое дополнение. Два типа миноров. Теорема Лапласа. Основные свойства определителей. Определитель произведения матриц. Обратная матрица. Матричные уравнения.                                                                                             | УП, К, Т                |
|               |                            | Линейная зависимость строк и столбцов матрицы. Ранг и базисный минор матрицы. Элементарные преобразования строк матрицы. Методы вычисления ранга: метод элементарных преобразований и метод окаймляющих миноров. Теорема о базисном миноре. Ранг произведения матриц. Теорема о $\det(A) = 0$ .                     | УП, К, Т                |
| 2             | Линейные пространства      | Линейное пространство, вещественное и комплексное. Основные примеры линейных пространств. Линейная комбинация и линейная зависимость векторов. Размерность пространства. Базис и координаты. Примеры базисов. Единственность разложения вектора по базису.                                                          | УП, К, Т                |
|               |                            | Подпространство и линейная оболочка системы векторов, размерность линейной оболочки. Прямая сумма линейных пространств. Объединение и пересечение линейных пространств, теорема о размерности объединения пространств. Изоморфизм линейных пространств. Преобразование координат вектора при преобразовании базиса. | УП, К, Т                |
| 3             | Системы линейных уравнений | Системы линейных уравнений (СЛУ). Способы записи и их классификация. Совместность СЛУ, теорема Кронекера-Капелли.                                                                                                                                                                                                   | УП, К, Т                |
|               |                            | Формула Крамера. Метод Гаусса решения системы линейных уравнений.                                                                                                                                                                                                                                                   | УП, К, Т                |

|   |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |
|---|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|   |                                                          | Решение однородной СЛУ, тривиальное и нетривиальное решения. Фундаментальная система решений однородной СЛУ. Общее решение, пространство решений. Свойства решений неоднородной и соответствующей однородной системы уравнений.                                                                                                                                                                                                  | УП, К, Т |
| 4 | Евклидовы пространства                                   | Система аксиом скалярного произведения. Комплексное и вещественное евклидовы пространства. Общий вид задания скалярного произведения конечномерного линейного пространства. Основные примеры задания скалярных произведений в различных линейных пространствах. Неравенство Коши-Буняковского. Примеры неравенств Коши-Буняковского. Определения угла между двумя векторами и нормы (длины) вектора. Нормированное пространство. | УП, К, Т |
|   |                                                          | Ортогональность векторов и ортогональный базис. Свойства ортогонального базиса. Метод ортогонализации Грама-Шмидта. Матрица Грама. Геометрический смысл определителя матрицы Грама.                                                                                                                                                                                                                                              | УП, К, Т |
| 5 | Линейные операторы в конечномерном линейном пространстве | Линейный оператор. Операции над линейными операторами и их свойства. Пространство линейных операторов. Матрица линейного оператора в конечномерном линейном пространстве. Ядро и образ линейного оператора, примеры. Теорема о сумме размерностей ядра и образа. Ранг линейного оператора. Обратный оператор и условия существования обратного оператора.                                                                        | УП, К, Т |
|   |                                                          | Структура линейного оператора. Инвариантное пространство. Вид матрицы линейного оператора в случае существования инвариантных пространств. Одномерные инвариантные подпространства. Собственные значения и собственные векторы линейного оператора. Характеристическое уравнение и характеристический полином.                                                                                                                   | УП, К, Т |
|   |                                                          | Спектр линейного оператора. Преобразование матрицы линейного оператора. Подобные матрицы и их свойства. Теорема о свойствах собственных векторов линейного оператора. Диагонализация матрицы линейного оператора. Понятие жордановой формы матрицы.                                                                                                                                                                              | УП, К, Т |
|   |                                                          | Сопряженный оператор. Эрмитов оператор и свойства операции эрмитово сопряжение. Свойство собственных векторов и собственных значений эрмитова оператора. Унитарный (ортогональный) оператор и его основные свойства. Общий вид ортогонального оператора на плоскости.                                                                                                                                                            | УП, К, Т |
| 6 | Билинейные и квадратичные формы, функции от матриц       | Билинейная и квадратичная формы. Полуторалинейная форма. Классификация квадратичных форм, критерий Сильвестра. Нормальный и канонический виды квадратичной формы. Преобразование квадратичной формы при преобразовании базиса. Ранг квадратичной формы. Метод Лагранжа приведения квадратичной формы к сумме квадратов. Метод ортогонального преобразования квадратичной формы                                                   | УП, К, Т |

|  |  |                                                                                                                 |          |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|  |  | к каноническому виду. Закон инерции. Одновременное приведение двух квадратичных форм к сумме квадратов.         |          |
|  |  | Спектральное разложение эрмитова оператора. Свойства проекционных операторов. Теорема Гамильтона - Кэли.        | УП, К, Т |
|  |  | Функции от матриц. Полиномиальная матрица и минимальный полином. Интерполирующий полином Лагранжа - Сильвестра. | УП, К, Т |

Примечание: УП – устный (письменный) опрос, Т – тестирование, К – коллоквиум; ПР – практическая работа.

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

| №             | Наименование раздела    | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Форма текущего контроля |
|---------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>2 курс</b> |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |
| 1             | Матрицы и определители. | Введение. Линейность в физике и математике. Матрицы, операции над матрицами, свойства операций. Транспонирование. Линейное преобразование. Блочные матрицы, прямая сумма матриц, алгебраические свойства прямой суммы. Коммутатор и антикоммутатор. След матрицы. Группа подстановок и симметрическая группа.       | УП, Т                   |
|               |                         | Определитель матрицы (два определения). Минор и алгебраическое дополнение. Два типа миноров. Теорема Лапласа. Основные свойства определителей. Определитель произведения матриц. Обратная матрица. Матричные уравнения.                                                                                             | УП, Т                   |
|               |                         | Линейная зависимость строк и столбцов матрицы. Ранг и базисный минор матрицы. Элементарные преобразования строк матрицы. Методы вычисления ранга: метод элементарных преобразований и метод окаймляющих миноров. Теорема о базисном миноре. Ранг произведения матриц. Теорема о $\det(A) = 0$ .                     | УП, Т                   |
| 2             | Линейные пространства   | Линейное пространство, вещественное и комплексное. Основные примеры линейных пространств. Линейная комбинация и линейная зависимость векторов. Размерность пространства. Базис и координаты. Примеры базисов. Единственность разложения вектора по базису.                                                          | УП, Т                   |
|               |                         | Подпространство и линейная оболочка системы векторов, размерность линейной оболочки. Прямая сумма линейных пространств. Объединение и пересечение линейных пространств, теорема о размерности объединения пространств. Изоморфизм линейных пространств. Преобразование координат вектора при преобразовании базиса. | УП, Т                   |
| 3             |                         | Системы линейных уравнений (СЛУ). Способы записи и их классификация. Совместность СЛУ, теорема Кронекера-Капелли.                                                                                                                                                                                                   | УП, Т                   |

|   |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |
|---|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   | Системы линейных уравнений                               | Формула Крамера. Метод Гаусса решения системы линейных уравнений.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | УП, Т |
|   |                                                          | Решение однородной СЛУ, тривиальное и нетривиальное решения. Фундаментальная система решений однородной СЛУ. Общее решение, пространство решений. Свойства решений неоднородной и соответствующей однородной системы уравнений.                                                                                                                                                                                                  | УП, Т |
| 4 | Евклидовы пространства                                   | Система аксиом скалярного произведения. Комплексное и вещественное евклидовы пространства. Общий вид задания скалярного произведения конечномерного линейного пространства. Основные примеры задания скалярных произведений в различных линейных пространствах. Неравенство Коши-Буняковского. Примеры неравенств Коши-Буняковского. Определения угла между двумя векторами и нормы (длины) вектора. Нормированное пространство. | УП, Т |
|   |                                                          | Ортогональность векторов и ортогональный базис. Свойства ортогонального базиса. Метод ортогонализации Грама-Шмидта. Матрица Грама. Геометрический смысл определителя матрицы Грама.                                                                                                                                                                                                                                              | УП, Т |
| 5 | Линейные операторы в конечномерном линейном пространстве | Линейный оператор. Операции над линейными операторами и их свойства. Пространство линейных операторов. Матрица линейного оператора в конечномерном линейном пространстве. Ядро и образ линейного оператора, примеры. Теорема о сумме размерностей ядра и образа. Ранг линейного оператора. Обратный оператор и условия существования обратного оператора.                                                                        | УП, Т |
|   |                                                          | Структура линейного оператора. Инвариантное пространство. Вид матрицы линейного оператора в случае существования инвариантных пространств. Одномерные инвариантные подпространства. Собственные значения и собственные векторы линейного оператора. Характеристическое уравнение и характеристический полином.                                                                                                                   | УП, Т |
|   |                                                          | Спектр линейного оператора. Преобразование матрицы линейного оператора. Подобные матрицы и их свойства. Теорема о свойствах собственных векторов линейного оператора. Диагонализация матрицы линейного оператора. Понятие жордановой формы матрицы.                                                                                                                                                                              | УП, Т |
|   |                                                          | Сопряженный оператор. Эрмитов оператор и свойства операции эрмитово сопряжение. Свойство собственных векторов и собственных значений эрмитова оператора. Унитарный (ортогональный) оператор и его основные свойства. Общий вид ортогонального оператора на плоскости.                                                                                                                                                            | УП, Т |
| 6 | Билинейные и квадратичные формы, функции от матриц       | Билинейная и квадратичная формы. Полуторалинейная форма. Классификация квадратичных форм, критерий Сильвестра. Нормальный и канонический виды квадратичной формы. Преобразование квадратичной формы при преобразовании базиса. Ранг                                                                                                                                                                                              | УП, Т |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                    |       |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|  | квадратичной формы. Метод Лагранжа приведения квадратичной формы к сумме квадратов. Метод ортогонального преобразования квадратичной формы к каноническому виду. Закон инерции. Одновременное приведение двух квадратичных форм к сумме квадратов. |       |
|  | Спектральное разложение эрмитова оператора. Свойства проекционных операторов. Теорема Гамильтона - Кэли.                                                                                                                                           | УП, Т |
|  | Функции от матриц. Полиномиальная матрица и минимальный полином. Интерполирующий полином Лагранжа - Сильвестра.                                                                                                                                    | УП, Т |

### 2.3.3 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом.

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

| № | Вид СР                                           | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Подготовка к практическим (семинарским) занятиям | <p>1. Ермолаева, Н.Н. Практические занятия по алгебре. Элементы теории множеств, теории чисел, комбинаторики. Алгебраические структуры [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.Н. Ермолаева, В.А. Козынченко, Г.И. Курбатова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 112 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/49469">https://e.lanbook.com/book/49469</a>.</p> <p>2. Киселев, А.П. Алгебра. Ч. II [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2014. — 246 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63668">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63668</a></p> <p>3. Войтенко, Т.Ю. Введение в алгебру: задачи и решения : учебное пособие / Т.Ю. Войтенко, Е.Н. Яковлева ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет». - 2-е изд., стер. - Москва : Издательство «Флинта», 2017. - 148 с. - ISBN 978-5-9765-2986-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=463938">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=463938</a></p> |
| 2 | Подготовка к коллоквиумам                        | <p>1. Беклемишев, Д. В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры : учебник / Д. В. Беклемишев. — 17-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-4748-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/126146">https://e.lanbook.com/book/126146</a> (дата обращения: 10.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.</p> <p>2. Веретенников, В.Н. Множества. Элементы линейной алгебры : учебное пособие / В.Н. Веретенников. — Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. — 171 с. : табл., ил. — Режим доступа: по подписке. — URL:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|   |                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                | <p><a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=494034">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=494034</a> (дата обращения: 10.07.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-2763-1. – DOI 10.23681/494034. – Текст : электронный.</p> <p>3. Иванова, С.А. Линейная алгебра : учебное пособие : [16+] / С.А. Иванова, В.А. Павский ; Кемеровский государственный университет. – 2-е изд., перераб. и доп. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2019. – 125 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=573547">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=573547</a> (дата обращения: 10.07.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8353-2359-3. – Текст : электронный.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3 | Подготовка к тестированию (текущей аттестации) | <p>1. Ермолаева, Н.Н. Практические занятия по алгебре. Элементы теории множеств, теории чисел, комбинаторики. Алгебраические структуры [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.Н. Ермолаева, В.А. Козынченко, Г.И. Курбатова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 112 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/49469">https://e.lanbook.com/book/49469</a>.</p> <p>2. Киселев, А.П. Алгебра. Ч. II [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2014. — 246 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63668">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63668</a></p> <p>3. Войтенко, Т.Ю. Введение в алгебру: задачи и решения : учебное пособие / Т.Ю. Войтенко, Е.Н. Яковлева ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет». - 2-е изд., стер. - Москва : Издательство «Флинта», 2017. - 148 с. - ISBN 978-5-9765-2986-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=463938">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=463938</a></p> |

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 дополнен и конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3 Образовательные технологии

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки, для реализации компетентностного подхода программа предусматривает широкое использование в учебном процессе следующих форм учебной работы:

- активные формы (лекция, вводная лекция, обзорная лекция, заключительная лекция, презентация);
- интерактивные формы (практическое занятие, семинар, компьютерная симуляция, коллоквиум);
- внеаудиторные формы (консультация, практикум, самостоятельная работа, подготовка реферата, написание курсовой работы);
- формы контроля знаний (групповой опрос, контрольная работа, практическая работа, тестирование, коллоквиум, зачёт, экзамен).

### 3.1 Образовательные технологии при проведении лекций

Лекция – одна из основных форм организации учебного процесса, представляющая собой устное, монологическое, систематическое, последовательное изложение преподавателем учебного материала. Она предшествует всем другим формам организации учебного процесса, позволяет оперативно актуализировать учебный материал дисциплины. Для повышения эффективности лекций целесообразно воспользоваться следующими рекомендациями:

- четко и ясно структурировать занятие;
- рационально дозировать материал в каждом из разделов;
- использовать простой, доступный язык, образную речь с примерами и сравнениями;
- отказаться, насколько это возможно, от иностранных слов;
- использовать наглядные пособия, схемы, таблицы, модели, графики и т. п.;
- применять риторические и уточняющие понимание материала вопросы;
- обращаться к техническим средствам обучения.

| №                     | Тема                                                     | Виды применяемых образовательных технологий | Кол. час |
|-----------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------|
| <b>2 курс</b>         |                                                          |                                             |          |
| 1                     | Матрицы и определители                                   | АВТ, РП, ЛПО                                | 1        |
| 2                     | Линейные пространства                                    | АВТ, РП, ЭБ, ИСМ                            | 1        |
| 3                     | Системы линейных уравнений                               | АВТ, РП, ЭБ, ИСМ                            | 1        |
| 4                     | Евклидовы пространства                                   | АВТ, РП, ЭБ, ИСМ                            | 1        |
| 5                     | Линейные операторы в конечномерном линейном пространстве | –                                           | –        |
| 6                     | Билинейные и квадратичные формы. Функции от матриц       | –                                           | –        |
| <b>Итого по курсу</b> |                                                          |                                             | <b>4</b> |

### 3.2 Образовательные технологии при проведении практических занятий

Практическое (семинарское) занятие – основная интерактивная форма организации учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помочь обучающимся освоиться в «пространстве» дисциплины; самостоятельно оперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале. Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции.

| №             | Тема                   | Виды применяемых образовательных технологий | Кол. час |
|---------------|------------------------|---------------------------------------------|----------|
| <b>2 курс</b> |                        |                                             |          |
| 1             | Матрицы и определители | РМГ, РП, ИСМ                                | 2        |
| 2             | Линейные пространства  | РМГ, РП, ИСМ, СПО                           | 1        |

|                |                                                          |                   |   |
|----------------|----------------------------------------------------------|-------------------|---|
| 3              | Системы линейных уравнений                               | РМГ, РП, ИСМ, СПО | 2 |
| 4              | Евклидовы пространства                                   | РМГ, РП, ИСМ, СПО | 1 |
| 5              | Линейные операторы в конечномерном линейном пространстве | РМГ, РП, ИСМ      | 1 |
| 6              | Билинейные и квадратичные формы. Функции от матриц       | РМГ, РП, ИСМ      | 1 |
| Итого по курсу |                                                          |                   | 8 |

Примечание: АВТ – аудиовизуальная технология (основная информационная технология обучения, осуществляемая с использованием носителей информации, предназначенных для восприятия человеком по двум каналам одновременно зрительному и слуховому при помощи соответствующих технических устройств, а также закономерностей, принципов и особенностей представления и восприятия аудиовизуальной информации); РП – репродуктивная технология; РМГ – работа в малых группах (в парах, ротационных тройках); ЛПО – лекции с проблемным изложением (проблемное обучение); ЭБ – эвристическая беседа; СПО – семинары в форме дискуссий, дебатов (проблемное обучение); ИСМ – использование средств мультимедиа (компьютерные классы); ТПС – технология полноценного сотрудничества.

#### 4 Оценочные и методические материалы

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Линейная алгебра».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в формах вопросов для устного/письменного опроса (В), тестовых заданий (Т), заданий для практической работы (П), вопросов к коллоквиуму (К) и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к экзамену (Э).

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.

#### 4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

| №<br>п/п  | Контролируемые<br>разделы (темы)<br>дисциплины                        | Код контролиру-<br>емой компетен-<br>ции (или ее<br>части) | Наименование<br>оценочного средства                                                               |                             |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|           |                                                                       |                                                            | Текущий контроль                                                                                  | Промежуточная<br>аттестация |
| 2 семестр |                                                                       |                                                            |                                                                                                   |                             |
| 1         | Матрицы и опре-<br>делители                                           | УК-1, ОПК-7,<br>ПК-2, ПК-3                                 | – практическая работа,<br>– вопросы для устного (письменного) опроса,<br>– вопросы к коллоквиуму. | вопросы к<br>экзамену.      |
| 2         | Линейные про-<br>странства                                            | УК-1, ОПК-7,<br>ПК-2, ПК-3                                 | – практическая работа,<br>– вопросы для устного (письменного) опроса,<br>– вопросы к коллоквиуму. | вопросы к<br>экзамену.      |
| 3         | Системы линей-<br>ных уравнений                                       | УК-1, ОПК-7,<br>ПК-2, ПК-3                                 | – практическая работа,<br>– вопросы для устного (письменного) опроса,<br>– вопросы к коллоквиуму. | вопросы к<br>экзамену.      |
| 4         | Евклидовы про-<br>странства                                           | УК-1, ОПК-7,<br>ПК-2, ПК-3                                 | – практическая работа,<br>– вопросы для устного (письменного) опроса,<br>– вопросы к коллоквиуму. | вопросы к<br>экзамену.      |
| 5         | Линейные опера-<br>торы в конечно-<br>мерном линейном<br>пространстве | УК-1, ОПК-7,<br>ПК-2, ПК-3                                 | – практическая работа,<br>– вопросы для устного (письменного) опроса,<br>– вопросы к коллоквиуму. | вопросы к<br>экзамену.      |
| 6         | Билинейные и<br>квадратичные<br>формы. Функции<br>от матриц           | УК-1, ОПК-7,<br>ПК-2, ПК-3                                 | – практическая работа,<br>– вопросы для устного (письменного) опроса,<br>– вопросы к коллоквиуму. | вопросы к<br>экзамену.      |

#### 4.2 Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Продвинутый уровень – полная сформированность и устойчивость всех компетенций, охваченных компетентностной моделью.

Базовый уровень – прочная сформированность и устойчивость компетенций, охваченных компетентностной моделью.

Пороговый уровень – достаточная (фрагментарная) сформированность компетенций, охваченных компетентностной моделью.

| Код и наименование компетенций | Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания                 |                                                                                                                       |                                                                                                                                       |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                | пороговый                                                                                                            | базовый                                                                                                               | продвинутый                                                                                                                           |
|                                | Оценка                                                                                                               |                                                                                                                       |                                                                                                                                       |
|                                | Удовлетворительно /зачтено                                                                                           | Хорошо/зачтено                                                                                                        | Отлично /зачтено                                                                                                                      |
| УК-1, ОПК-7, ПК-2, ПК-3        | Знает - сформированы необходимые знания по каждой компетенции.                                                       | Знает - сформированы прочные и глубокие знания по каждой компетенции.                                                 | Знает - сформированы полные, глубокие и систематические знания по каждой компетенции.                                                 |
|                                | Умеет - достигнут приемлемый уровень умений применять полученные знания на практике.                                 | Умеет - достигнут достаточный уровень умений применять полученные знания на практике.                                 | Умеет - достигнут высокий уровень умений применять полученные знания на практике.                                                     |
|                                | Владеет - продемонстрировано владение навыками применения полученных знаний и умений в профессиональной деятельности | Владеет - продемонстрировано владение навыками применения полученных знаний и умений в профессиональной деятельности. | Владеет - продемонстрировано владение широким спектром навыков применения полученных знаний и умений в профессиональной деятельности. |

### 4.3 Рейтинговая система оценки (текущей) успеваемости студентов

Не применяется.

**4.4 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### *Примерные вопросы для устного (письменного) опроса*

##### **2 курс**

1. Операции над матрицами, их свойства.
2. Понятие обратной матрицы, элементарные матрицы.
3. Условия обратимости матрицы. Вычисление обратной матрицы.
4. Группа подстановок. Чётность и знак подстановки.
5. Определитель квадратной матрицы. Основные свойства определителя.
6. Миноры и алгебраические дополнения.
7. Разложение определителя по строкам или столбцу.
8. Необходимые и достаточные условия равенства нулю определителя.
9. Определитель произведения матриц.
10. Теорема о ранге матрицы.
11. Присоединённая матрица. Обратная матрица.
12. Запись и решение  $n$  линейных уравнений с  $n$  переменными в матричной форме.
13. Правило Крамера.
14. Условия, при которых однородная система  $n$  линейных уравнений с  $n$  переменными имеет ненулевое решение.
15. Векторная форма записи системы линейных уравнений. Условия совместимости системы линейных уравнений.

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством: УК-1, ОПК-7, ПК-2, ПК-3.

#### *Примерные тестовые задания для текущей аттестации*

##### **2 курс**

1. Укажите верное утверждение. Знак подстановки  $\varphi$  определяется формулой
  - 1)  $\operatorname{sgn} \varphi = \prod_{\substack{\{j,k\} \subset M \\ j \neq k}} \operatorname{sign} \frac{j-k}{\varphi(j)-\varphi(k)}$
  - 2)  $\operatorname{sgn} \varphi = \prod_{\substack{\{j,k\} \subset M \\ j \neq k}} \operatorname{sign} \frac{j+k}{\varphi(j)+\varphi(k)}$
  - 3)  $\operatorname{sgn} \varphi = \prod_{\{j,k\} \subset M} \operatorname{sign} \frac{j-k}{\varphi(j)-\varphi(k)}$
  - 4)  $\operatorname{sgn} \varphi = \prod_{j \neq k} \operatorname{sign} \frac{j-k}{\varphi(j)-\varphi(k)}$
2. Укажите верное утверждение. Определителем матрицы  $A = \|a_{ij}\| \in F^{n \times n}$  называется сумма
  - 1)  $\sum_{\tau \in S_n} \operatorname{sgn}(\tau) \cdot a_{1\tau(1)} \cdot a_{2\tau(2)} \cdot \dots \cdot a_{n\tau(n)}$
  - 2)  $\sum_{\tau \in S_n} a_{1\tau(1)} \cdot a_{2\tau(2)} \cdot \dots \cdot a_{n\tau(n)}$
3. Сумма в определении определителя содержит
  - 1)  $n!$  слагаемых
  - 2)  $n$  слагаемых
  - 3)  $n^2$  слагаемых
  - 4)  $n^n$  слагаемых
4. Укажите неверное утверждение. Минором  $M_{jk}$  матрицы  $A = \|a_{ij}\| \in F^{n \times n}$  называется
  - 1) минор элемента  $a_{jk}$

- 2) определитель матрицы, полученной из  $A$  вычеркиванием  $j$ -ой строки и  $k$ -го столбца
  - 3) определитель подматрицы матрицы  $A$ , состоящей из  $j$  строк и  $k$  столбцов.
5. Укажите неверное утверждение. Алгебраическое дополнение  $A_{jk}$  элемента  $a_{jk}$  матрицы  $A = \|a_{ij}\| \in F^{n \times n}$
- 1) определяется формулой  $A_{jk} = (-1)^{j+k} M_{jk}$
  - 2) не зависит от элемента  $a_{jk}$
  - 3) зависит от положения элемента  $a_{jk}$
  - 4) зависит от четности суммы  $j + k$
6. Укажите неверное утверждение. Алгебраическое дополнение  $A_{jk}$  элемента  $a_{jk}$  матрицы  $A = \|a_{ij}\| \in F^{n \times n}$
- 1) определяется формулой  $A_{jk} = (-1)^{j+k} M_{jk}$
  - 2) зависит от элемента  $a_{jk}$
  - 3) зависит от положения элемента  $a_{jk}$
  - 4) зависит от четности суммы  $j + k$
7. Укажите верное утверждение. Пусть  $A = \|a_{ij}\| \in F^{n \times n}$ . Тогда
- 1)  $(\forall k \in \{1, \dots, n\}) |A| = a_{1k} \cdot A_{1k} + \dots + a_{nk} \cdot A_{nk}$
  - 2)  $(\forall j \in \{1, \dots, n\}) a_{j1} \cdot A_{j1} + \dots + a_{jn} \cdot A_{jn} = 0$
  - 3)  $(\forall k, s \in \{1, \dots, n\}) k \neq s \Rightarrow a_{1k} \cdot A_{1s} + \dots + a_{nk} \cdot A_{ns} = |A|$
  - 4)  $(\forall j, s \in \{1, \dots, n\}) j \neq s \Rightarrow a_{j1} \cdot A_{s1} + \dots + a_{jn} \cdot A_{sn} = |A|$
8. Укажите верное утверждение. Пусть  $A = \|a_{ij}\| \in F^{n \times n}$ . Тогда
- 1)  $(\forall k \in \{1, \dots, n\}) a_{1k} \cdot A_{1k} + \dots + a_{nk} \cdot A_{nk} = 0$
  - 2)  $(\forall j \in \{1, \dots, n\}) a_{j1} \cdot A_{j1} + \dots + a_{jn} \cdot A_{jn} = 0$
  - 3)  $(\forall k, s \in \{1, \dots, n\}) k \neq s \Rightarrow a_{1k} \cdot A_{1s} + \dots + a_{nk} \cdot A_{ns} = 0$
  - 4)  $(\forall j, s \in \{1, \dots, n\}) j \neq s \Rightarrow a_{j1} \cdot A_{s1} + \dots + a_{jn} \cdot A_{sn} = |A|$
9. Укажите неверное утверждение. Определитель квадратной матрицы равен 0 тогда и только тогда, когда
- 1) строки матрицы линейно независимы
  - 2) столбцы матрицы линейно зависимы
  - 3) матрица не обратима
  - 4) матрица не представима в виде произведения элементарных матриц
10. Укажите неверное утверждение. Определитель квадратной матрицы равен 0 тогда и только тогда, когда
- 1) строки матрицы линейно зависимы
  - 2) столбцы матрицы линейно независимы
  - 3) матрица не обратима
  - 4) матрица не представима в виде произведения элементарных матриц
11. Укажите неверное утверждение. Определитель квадратной матрицы равен 0 тогда и только тогда, когда
- 1) строки матрицы линейно зависимы
  - 2) столбцы матрицы линейно зависимы
  - 3) матрица обратима
  - 4) матрица не представима в виде произведения элементарных матриц
12. Укажите неверное утверждение. Квадратная матрица обратима тогда и только тогда, когда
- 1) строки матрицы линейно зависимы
  - 2) столбцы матрицы линейно независимы
  - 3) определитель квадратной матрицы не равен 0
  - 4) матрица представима в виде произведения элементарных матриц

13. Укажите неверное утверждение. Квадратная матрица обратима тогда и только тогда, когда

- 1) строки матрицы линейно независимы
- 2) столбцы матрицы линейно независимы
- 3) определитель квадратной матрицы не равен 0
- 4) матрица не представима в виде произведения элементарных матриц

14. Укажите верное утверждение. Ранг ненулевой матрицы равен

- 1) наибольшему из порядков ненулевых миноров матрицы.
- 2) наименьшему из порядков ненулевых миноров матрицы.
- 3) порядку этой матрицы

15. Если  $A \in F^{n \times n}$  и  $|A| \neq 0$ , то матрица  $A$  – обратима и

- 1)  $A^{-1} = |A|^{-1} \cdot A^*$ , где  $A^*$  – матрица, присоединенная для  $A$
- 2)  $A^{-1} = |A| \cdot A^*$ , где  $A^*$  – матрица, присоединенная для  $A$
- 3)  $|A|^{-1} = A^{-1} \cdot A^*$ , где  $A^*$  – матрица, присоединенная для  $A$

### **Примерные задания для практической работы студентов**

#### **2 курс**

Упражнение 1. Пусть  $(\alpha, \beta)$  и  $(\gamma, \delta)$  — векторы пространства  $F^2$ . Покажите, что эти векторы тогда и только тогда линейно зависимы, когда  $\alpha\delta - \beta\gamma = 0$ .

Упражнение 2. Покажите, что арифметические  $n$ -мерные векторы  $\vec{a}, \vec{b}$  линейно зависимы тогда и только тогда, когда  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$  пропорциональны, т. е. для некоторого скаляра  $\lambda$ :  $\vec{a} = \lambda\vec{b}$  или  $\vec{b} = \lambda\vec{a}$ .

Упражнение 3. Каким условиям должны удовлетворять скаляры  $\beta$  и  $\gamma$ , чтобы векторы  $(\alpha, \beta)$  и  $(\alpha, \gamma)$  были линейно зависимыми?

Упражнение 4. Докажите, что если к линейно независимой системе векторов  $\vec{a}_1, \dots, \vec{a}_m$  приписать слева или справа какой-нибудь вектор  $\vec{b}$ , то не более чем один вектор полученной системы будет линейно выражаться через предыдущие.

Упражнение 5. Пусть  $\vec{a}_1, \dots, \vec{a}_m$  и  $\vec{b}_1, \dots, \vec{b}_m$  — две системы линейно независимых векторов. Докажите, что если  $\vec{a}_1, \dots, \vec{a}_m \in L(\vec{b}_1, \dots, \vec{b}_m)$ , то  $\vec{b}_1, \dots, \vec{b}_m \in L(\vec{a}_1, \dots, \vec{a}_m)$ .

Упражнение 6. Даны матрицы  $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & -1 \end{pmatrix}$  и  $B = \begin{pmatrix} -2 & 3 & 0 \\ 2 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ . Найти: а)  $3A+2B$ , б)  $A - \lambda E$ .

Упражнение 7. Даны матрицы  $A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 1 \\ 2 & 0 & 4 \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}$  и  $B = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 2 \\ 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}$ . Найти  $AB$  и  $BA$  (если это возможно).

Упражнение 8. Найти: а)  $A^3$ , если  $A = \begin{pmatrix} 3 & 2 \\ 1 & 4 \end{pmatrix}$ ; б)  $A^2 + 3B$ , если  $A = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 3 & -2 \end{pmatrix}$ ,  $B = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -2 \end{pmatrix}$ .

Упражнение 9. Найти значение матричного многочлена  $f(A)$ , если а)  $f(x) = 4x^3 - 2x^2 + 3x - 2$ ,  $A = \begin{pmatrix} -2 & 3 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ ; б)  $f(x) = 3x^2 + 2x + 5$ ,  $A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 1 \\ 2 & 0 & 4 \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}$ .

Упражнение 10. Найти с помощью элементарных преобразований обратную матрицу для матрицы:

$$\text{а) } \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}; \text{ б) } \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 1 & 4 \end{pmatrix}; \text{ в) } \begin{pmatrix} 3 & 2 & 2 \\ 1 & 3 & 1 \\ 5 & 3 & 4 \end{pmatrix}; \text{ д) } \begin{pmatrix} 2 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & -3 \\ 3 & 4 & 1 \end{pmatrix}; \text{ е) } \begin{pmatrix} 3 & -1 & 1 \\ -1 & 5 & -1 \\ 1 & -1 & 3 \end{pmatrix}; \text{ ж) } \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & -1 \\ 2 & 2 & 4 \end{pmatrix}.$$

Упражнение 11. Решить матричные уравнения

$$\text{а) } \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ -2 & 2 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 2 & -1 \\ 0 & 3 \end{pmatrix}; \text{ б) } X \cdot \begin{pmatrix} 4 & 3 \\ -5 & -4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}; \text{ в) } \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 2 & 3 \end{pmatrix} \cdot X \cdot \begin{pmatrix} -5 & 6 \\ -4 & 5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 2 & 3 \end{pmatrix};$$

$$\text{г) } \begin{pmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 2 & 3 & -1 \\ 0 & -2 & 1 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 7 \\ 0 \\ 7 \end{pmatrix}; \text{ д) } \begin{pmatrix} 1 & -2 & -1 \\ -3 & 2 & 2 \\ 3 & -1 & -2 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 2 & -2 \\ -3 & 1 \end{pmatrix}.$$

Упражнение 12. Решить системы уравнений матричным методом:

$$\text{а) } \begin{cases} 6x_1 + 5x_2 = 1, \\ 8x_1 + 3x_2 = 5; \end{cases} \text{ б) } \begin{cases} 9x_1 + 2x_2 = 8, \\ 4x_1 + x_2 = 3; \end{cases} \text{ в) } \begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 6, \\ 4x_1 + 5x_2 + 6x_3 = 9, \\ 7x_1 + 8x_2 = -6; \end{cases} \text{ г) } \begin{cases} 3x_1 - x_2 + x_3 = -4, \\ 2x_1 - 5x_2 - 3x_3 = 17, \\ x_1 + x_2 - x_3 = 0. \end{cases}$$

Упражнение 13. Найти число инверсий в подстановке и определить её класс:

$$\text{а) } (3 \ 6 \ 5 \ 1 \ 4 \ 2); \text{ б) } (3 \ 6 \ 1 \ 4 \ 5 \ 2).$$

Упражнение 14. Перемножить подстановки:

$$\text{а) } \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 3 & 4 & 1 \end{pmatrix}^2; \text{ б) } \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 4 & 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 1 & 4 & 3 \end{pmatrix} \text{ и } \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 4 & 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}; \text{ в) } \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 3 & 4 & 5 & 1 & 2 \end{pmatrix}^3.$$

Упражнение 15. Найдите обратные подстановки: а)  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 4 & 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}$ ; б)

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

Упражнение 16. Найти неизвестную подстановку  $X$  из равенства  $AXB = C$ , где

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 7 & 3 & 2 & 1 & 6 & 5 & 4 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 3 & 1 & 2 & 7 & 4 & 5 & 6 \end{pmatrix}, C = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 5 & 1 & 3 & 6 & 4 & 7 & 2 \end{pmatrix}.$$

Упражнение 17. Вычислить указанные определители приведением к диагональному виду:

$$\text{а) } \begin{vmatrix} 2 & 3 & 4 \\ 5 & -2 & 1 \\ 1 & 2 & 3 \end{vmatrix}; \text{ б) } \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 4 & 7 & 8 \\ 2 & 4 & 7 & 9 \\ 1 & 2 & 3 & 7 \end{vmatrix}; \text{ в) } \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 \\ 3 & 0 & 1 & 2 \\ 2 & 3 & 0 & 1 \end{vmatrix}.$$

Упражнение 18. Вычислить определители методом приведения к треугольному виду:

$$\text{а) } \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ -3 & 2 & -5 & 13 \\ 1 & -2 & 10 & 4 \\ -2 & 9 & -8 & 25 \end{vmatrix}; \text{ б) } \begin{vmatrix} 1 & -1 & 1 & -2 \\ 1 & 3 & -1 & 3 \\ -1 & -1 & 4 & 3 \\ -3 & 0 & -8 & -13 \end{vmatrix}; \text{ в) } \begin{vmatrix} 2 & 4 & 6 & -5 \\ 1 & 6 & 5 & 4 \\ -3 & 2 & 4 & 6 \\ 4 & 5 & 2 & 3 \end{vmatrix}; \text{ г) } \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ -1 & 3 & -1 & 7 \\ 4 & -2 & 2 & 6 \\ 5 & 5 & 1 & 3 \end{vmatrix}.$$

Упражнение 19. Вычислить указанные определители разложением по элементам строки или столбца:

$$\text{а) } \begin{vmatrix} 3 & -38 & 4 \\ 5 & -35 & 2 \\ 2 & -49 & 3 \end{vmatrix}; \text{ б) } \begin{vmatrix} 2 & 3 & -5 \\ -1 & 4 & 1 \\ 6 & -2 & -7 \end{vmatrix}; \text{ в) } \begin{vmatrix} -2 & 0 & 2 \\ 2 & -1 & -2 \\ 1 & -2 & 1 \end{vmatrix}.$$

Упражнение 20. Решить системы уравнений:

$$\text{а) } \begin{cases} x - 3y + 5z - 7t = 12, \\ 3x - 5y + 7z - t = 0, \\ 5x - 7y + z - 3t = 4, \\ 7x - y + 3z - 5t = 16; \end{cases} \quad \text{б) } \begin{cases} 2x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 = 4, \\ 4x_1 + 3x_2 - x_3 + 2x_4 = 6, \\ 8x_1 + 5x_2 - 3x_3 + 4x_4 = 12, \\ 3x_1 + 3x_2 - 2x_3 + 2x_4 = 6. \end{cases}$$

Упражнение 21. Выяснить, линейно зависима или линейно независима система векторов:

а)  $\bar{a}_1 = (1, 1, 1)$ ,  $\bar{a}_2 = (1, 2, 3)$ ,  $\bar{a}_3 = (1, 4, 9)$ ,

б)  $\bar{a}_1 = (-1, 0, 1, 0)$ ,  $\bar{a}_2 = (-3, 2, 0, 1)$ ,  $\bar{a}_3 = (2, -2, 1, -1)$ ,  $\bar{a}_4 = (0, 2, -3, 1)$ ,

в)  $\bar{a}_1 = (-1, 0, 1, 0)$ ,  $\bar{a}_2 = (-3, 2, 0, 1)$ ,  $\bar{a}_3 = (2, -2, 1, -1)$ ,  $\bar{a}_4 = (0, 2, -3, 1)$ .

Упражнение 22. Найти обратную матрицу для матрицы (обратную матрицу найти с помощью присоединенной матрицы):

$$\text{а) } \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}; \text{ б) } \begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 5 & 10 \end{pmatrix}; \text{ в) } \begin{pmatrix} 3 & 2 & 2 \\ 1 & 3 & 1 \\ 5 & 3 & 4 \end{pmatrix}; \text{ г) } \begin{pmatrix} 3 & -1 & 1 \\ -1 & 5 & -1 \\ 1 & -1 & 3 \end{pmatrix}; \text{ д) } \begin{pmatrix} 3 & 5 & 7 \\ 1 & 2 & 3 \\ 1 & 3 & 5 \end{pmatrix}.$$

Упражнение 23. Найти скалярное произведение векторов  $\bar{a}_1$  и  $\bar{a}_2$ .

а)  $\bar{a}_1 = (0, 1, 1, -2)$ ,  $\bar{a}_2 = (-3, 1, -2, -1)$ ;

б)  $\bar{a}_1 = (1, 2, 1, 0)$ ,  $\bar{a}_2 = (4, 3, -1, -2)$ ;

в)  $\bar{a}_1 = (1, -3, 1, 4)$ ,  $\bar{a}_2 = (3, 0, -1, 1)$ .

Упражнение 24. Найдите такое число  $\lambda$ , чтобы векторы  $\bar{a}_1 = \bar{e}_1 + 5\bar{e}_2 - 6\bar{e}_3$ ,  $\bar{a}_2 = 2\bar{e}_1 - \bar{e}_2 + \lambda\bar{e}_3$  были ортогональны.

Упражнение 25. Ортогонализировать систему векторов:

а)  $\bar{a}_1 = (2, 1, 0)$ ,  $\bar{a}_2 = (4, 1, 1)$ ,  $\bar{a}_3 = (3, 3, 3)$ ;

б)  $\bar{a}_1 = (1, 1, 1, 1)$ ,  $\bar{a}_2 = (3, 3, -1, -1)$ ,  $\bar{a}_3 = (-2, 0, 6, 8)$ ;

в)  $\bar{a}_1 = (1, 0, 1, 3)$ ,  $\bar{a}_2 = (4, 1, -1, 1)$ ,  $\bar{a}_3 = (-3, 1, 1, 0)$ .

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством: УК-1, ОПК-7, ПК-2, ПК-3.

**Примерные вопросы к коллоквиумам**

## 2 курс

### Вопросы к коллоквиуму № 1

1. Арифметическое векторное пространство.
2. Векторное пространство. Примеры.
3. Подпространство и его свойства.
4. Линейная зависимость и независимость системы векторов.
5. Свойства линейной зависимости конечных систем векторов.
6. Линейная оболочка. Эквивалентные системы векторов.
7. Базис и ранг системы векторов.
8. Координаты вектора в данном базисе. Размерность векторного пространства.
9. Операции над матрицами, их свойства.
10. Понятие обратной матрицы, элементарные матрицы.
11. Условия обратимости матрицы. Вычисление обратной матрицы.
12. Группа подстановок. Чётность и знак подстановки.
13. Определитель квадратной матрицы. Основные свойства определителя.
14. Миноры и алгебраические дополнения.
15. Разложение определителя по строкам или столбцу.
16. Необходимые и достаточные условия равенства нулю определителя.
17. Определитель произведения матриц.
18. Теорема о ранге матрицы.
19. Присоединённая матрица. Обратная матрица.
20. Запись и решение  $n$  линейных уравнений с  $n$  переменными в матричной форме.
21. Правило Крамера.
22. Условия, при которых однородная система  $n$  линейных уравнений с  $n$  переменными имеет ненулевое решение.
23. Векторная форма записи системы линейных уравнений. Условия совместимости системы линейных уравнений.

### Вопросы к коллоквиуму № 2

1. Система однородных уравнений. Условия существования нетривиальных решений. Пространство решений системы однородных уравнений.
2. Приведение матрицы к ступенчатому виду, вычисление ранга матрицы.
3. Равенство строчечного и столбцового рангов матрицы.
4. Неоднородная система линейных уравнений. Критерий совместности системы линейных уравнений.
5. Решение систем линейных уравнений методом последовательного исключения переменных.
6. Скалярное умножение в векторном пространстве.
7. Ортогональная система векторов.
8. Процесс ортогонализации.
9. Ортогональное дополнение к подпространству.
10. Евклидово векторное пространство.
11. Норма вектора.
12. Ортонормированный базис евклидова пространства.
13. Изоморфизмы евклидовых пространств.

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством:  
УК-1, ОПК-7, ПК-2, ПК-3.

### 4.5 Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации

#### Вопросы к экзамену (2 курс)

1. Арифметическое векторное пространство.

2. Векторное пространство. Примеры.
3. Подпространство и его свойства.
4. Линейная зависимость и независимость системы векторов.
5. Свойства линейной зависимости конечных систем векторов.
6. Линейная оболочка. Эквивалентные системы векторов.
7. Базис и ранг системы векторов.
8. Координаты вектора в данном базисе. Размерность векторного пространства.
9. Операции над матрицами, их свойства.
10. Понятие обратной матрицы, элементарные матрицы.
11. Условия обратимости матрицы. Вычисление обратной матрицы.
12. Группа подстановок. Чётность и знак подстановки.
13. Определитель квадратной матрицы. Основные свойства определителя.
14. Миноры и алгебраические дополнения.
15. Разложение определителя по строкам или столбцу.
16. Необходимые и достаточные условия равенства нулю определителя.
17. Определитель произведения матриц.
18. Теорема о ранге матрицы.
19. Присоединённая матрица. Обратная матрица.
20. Запись и решение  $n$  линейных уравнений с  $n$  переменными в матричной форме.
21. Правило Крамера.
22. Условия, при которых однородная система  $n$  линейных уравнений с  $n$  переменными имеет ненулевое решение.
23. Векторная форма записи системы линейных уравнений. Условия совместимости системы линейных уравнений.
24. Система однородных уравнений. Условия существования нетривиальных решений. Пространство решений системы однородных уравнений.
25. Приведение матрицы к ступенчатому виду, вычисление ранга матрицы.
26. Равенство строчечного и столбцового рангов матрицы.
27. Неоднородная система линейных уравнений. Критерий совместности системы линейных уравнений.
28. Решение систем линейных уравнений методом последовательного исключения переменных.
29. Скалярное умножение в векторном пространстве.
30. Ортогональная система векторов.
31. Процесс ортогонализации.
32. Ортогональное дополнение к подпространству.
33. Евклидово векторное пространство.
34. Норма вектора.
35. Ортонормированный базис евклидова пространства.
36. Изоморфизмы евклидовых пространств.

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством:  
УК-1, ОПК-7, ПК-2, ПК-3.

## **5 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **5.1 Учебная литература**

1. Беклемишев, Д. В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры : учебник / Д. В. Беклемишев. — 17-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-4748-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. —

URL: <https://e.lanbook.com/book/126146> (дата обращения: 10.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Веретенников, В.Н. Множества. Элементы линейной алгебры : учебное пособие / В.Н. Веретенников. — Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. — 171 с. : табл., ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494034> (дата обращения: 10.07.2020). — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-4475-2763-1. — DOI 10.23681/494034. — Текст : электронный.

3. Иванова, С.А. Линейная алгебра : учебное пособие : [16+] / С.А. Иванова, В.А. Павский ; Кемеровский государственный университет. — 2-е изд., перераб. и доп. — Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2019. — 125 с. : ил., табл. — Режим доступа: по подписке. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573547> (дата обращения: 10.07.2020). — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-8353-2359-3. — Текст : электронный.

4. Кремер, Н. Ш. Линейная алгебра : учебник и практикум для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 422 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08547-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450038> (дата обращения: 10.07.2020).

5. Войтенко, Т.Ю. Введение в алгебру: задачи и решения : учебное пособие / Т.Ю. Войтенко, Е.Н. Яковлева ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет». - 2-е изд., стер. - Москва : Издательство «Флинта», 2017. - 148 с. - ISBN 978-5-9765-2986-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463938>

6. Лубягина, Е. Н. Линейная алгебра : учебное пособие для вузов / Е. Н. Лубягина, Е. М. Вечтомов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 150 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10594-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/456440> (дата обращения: 10.07.2020).

7. Трухан, А. А. Линейная алгебра и линейное программирование : учебное пособие / А. А. Трухан, В. Г. Ковтуненко. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-2744-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/99214> (дата обращения: 10.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Киселев, А.П. Алгебра. Ч. II [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2014. — 246 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=63668](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63668)

9. Никонова, Н.В. Краткий курс алгебры и геометрии: примеры, задачи, тесты : учебное пособие / Н.В. Никонова, Н.Н. Газизова, Г.А. Никонова ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 100 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1711-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428767>

10. Балдин, К.В. Математика : учебное пособие / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, А.В. Рукосуев. - Москва : Юнити-Дана, 2015. - 543 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 5-238-00980-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114423>

11. Ларин, С. В. Числовые системы : учебное пособие для академического бакалавриата / С. В. Ларин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. —

177 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05548-1. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/4EB7A52C-EE1D-4846-A147-2B4059AD4672](http://www.biblio-online.ru/book/4EB7A52C-EE1D-4846-A147-2B4059AD4672).

12. Ермолаева, Н.Н. Практические занятия по алгебре. Элементы теории множеств, теории чисел, комбинаторики. Алгебраические структуры [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.Н. Ермолаева, В.А. Козынченко, Г.И. Курбатова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 112 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/49469>.

13. Сикорская, Г.А. Алгебра и теория чисел : учебное пособие / Г.А. Сикорская ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2017. - 304 с. : ил. - Библиогр.: с. 259-260. - ISBN 978-5-7410-1943-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485715>

14. Ляпин, Е. С. Курс высшей алгебры [Электронный учебник] : учебник / Е. С. Ляпин. — 3-е изд., стер. — М. : Лань, 2009. — 368 с. — URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=246](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=246).

15. Курош, А.Г. Курс высшей алгебры [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 432 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=30198](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=30198)

16. Окунев, Л.Я. Высшая алгебра [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 336 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=289](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=289).

17. Виноградов, И.М. Основы теории чисел [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 176 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=46](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=46)

18. Киселев, А.П. Алгебра. Ч. I. [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2011. — 150 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2203](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2203)

## **5.2 Периодические издания**

1. Вестник Московского Университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика. - URL: <https://dlib.eastview.com/browse/publication/9166>

2. Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 1. Математика. Физика. (Математическая физика и компьютерное моделирование) — URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=journal\\_red&jid=279797](http://biblioclub.ru/index.php?page=journal_red&jid=279797); <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=10018>

3. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. — URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=9761>

4. Вестник Московского Университета. Серия 1. Математика. Механика. - URL: <https://dlib.eastview.com/browse/publication/9045/udb/890>

5. Вестник Московского Университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика. - URL: <https://dlib.eastview.com/browse/publication/9166/udb/890>

6. Математика и ее приложения. Журнал Ивановского математического общества. — URL: [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=32863](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=32863)

7. Математические заметки СВФУ. Научно-исследовательский институт математики Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова (Якутск). — URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1443590>

8. Математические методы и модели: теория, приложения и роль в образовании. Ульяновский государственный технический университет (Ульяновск). — URL: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=54645>

9. Математические труды. Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН (Новосибирск). — URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1389771>

10. Математический вестник педвузов и университетов Волго-Вятского региона (Киров). — URL: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=28395>

11. Математическое образование. Фонд математического образования и просвещения (Москва). – URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1408321>

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

#### **5.3.1 Электронно-библиотечные системы (ЭБС)**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» [учебники и учебные пособия издательства «ЮРАЙТ», медиа-материалы, тесты]. – URL: <https://urait.ru/>.

2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [учебные, научные издания, первоисточники, художественные произведения различных издательств; журналы; коллекция медиа-материалов: аудиокниги, аудиофайлы, видеокурсы, экспресс-подготовка к экзаменам, презентации, тесты, карты, онлайн-энциклопедии, словари]. – URL: [www.biblioclub.ru/](http://www.biblioclub.ru/).

3. ЭБС «Znaniy.com» [учебные, научные, справочные, научно-популярные издания различных издательств, журналы]. – URL: <http://znaniy.com/>.

4. ЭБС «Лань» [учебные, научные издания, первоисточники, художественные произведения различных издательств; журналы]. – URL: <http://e.lanbook.com/>.

#### **5.3.2 Профессиональные базы данных**

1. БД научного цитирования «Web of Science» (WoS). – URL: <http://webof-science.com/>

2. БД научного цитирования «Scopus». – URL: <http://www.scopus.com/>.

3. БД «ScienceDirect» [научные журналы по естественным, техническим, социальным, гуманитарным наукам, по медицине]. – URL: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).

4. Журналы издательства «Wiley» [по естественным, техническим, социальным, гуманитарным наукам, по медицине]. – URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/>.

5. Научная электронная библиотека (НЭБ) «eLIBRARY.RU» [русские научные журналы, труды конференций; Российская национальная база данных научного цитирования (РИНЦ)]. – URL: <http://www.elibrary.ru/>.

6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН [журналы издательств: "Annual Reviews", "Cambridge University Press", "Oxford University Press", "SAGE Publications", "The Institute of Physics"; цифровой архив журналов: "Nature" (1869–2011 гг.), "Science" (1880–1996 гг.); цифровой архив издательств: "Taylor&Francis", "Royal Society of Chemistry", "Wiley"]. – URL: <http://archive.neicon.ru>.

7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ)). – URL: <https://rusneb.ru/> (доступ по локальной сети с компьютеров Научной библиотеки КубГУ).

8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru/> (доступ по локальной сети с компьютеров Научной библиотеки КубГУ).

9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда [издания по естественным, техническим, социальным, гуманитарным наукам, по медицине]. – URL: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>.

10. БД «Springer Journals» [научные журналы по естественным, техническим, социальным, гуманитарным наукам, по медицине]. – URL: <https://link.springer.com/>.

11. БД «Nature Journals» [научные журналы по естественным наукам, биотехнологиям, медицине]. – URL: <https://www.nature.com/siteindex/index.html>.

12. БД «Springer Nature Protocols and Methods» [коллекции научных протоколов по естественным наукам, биотехнологиям, медицине]. – URL: <https://experiments.springer-nature.com/sources/springer-protocols>.

13. БД «Springer Materials» [аналитические данные по материаловедению]. – URL: <http://materials.springer.com/>.

14. БД «zbMath» [реферативная база данных по чистой и прикладной математике]. – URL: <https://zbmath.org/>.

15. БД «Nano Database» [патенты, статьи о наноматериалах и наноустройствах. – URL: <https://nano.nature.com/>.
16. БД «Springer eBooks» [электронные книги издательства "Springer Nature", опубликованные в 2019 году по естествознанию и медицине]. – URL: <https://link.springer.com/>.
17. «Лекториум ТВ» – видеоархив академических лекций вузов России. – URL: <http://www.lektorium.tv/>.
18. Университетская информационная система РОССИЯ. – URL: <http://uisrussia.msu.ru>.
19. БД компании «Ист Вью Информейшн Сервисиз Инк.» [русские научные журналы по общественным и гуманитарным наукам, педагогике, информационным технологиям, экономике и предпринимательству]. – URL: <http://dlib.eastview.com/>.
20. Электронная библиотека «Grebennikon.ru» [русские научные журналы по экономике, менеджменту]. – URL: [www.grebennikon.ru/](http://www.grebennikon.ru/).

### **5.3.3 Информационные справочные системы**

1. Консультант Плюс – справочная правовая система (доступ – в главном корпусе филиала по локальной сети с компьютеров аудитории А22).
2. Официальный интернет-портал правовой информации. Государственная система правовой информации [ресурс свободного доступа]. – URL: <http://pravo.gov.ru/>.
3. Кодексы и законы РФ. Правовая справочно-консультационная система [ресурс свободного доступа]. – URL: <http://kodeks.systems.ru>.
4. РАГС – Российский архив государственных стандартов, а также строительных норм и правил (СНиП) и образцов юридических документов [ресурс свободного доступа]. – URL: <http://www.rags.ru/gosts/2874/>.
5. Научная педагогическая электронная библиотека (НПЭБ) – сетевая информационно-поисковая система Российской академии образования, многофункциональный полнотекстовый ресурс свободного доступа. – URL: <http://elib.gnpbu.ru>.
6. Справочно-информационный портал «ГРАМОТА.РУ – русский язык для всех» [ресурс свободного доступа]. – URL: <http://www.gramota.ru/>.

### **5.3.4 Ресурсы свободного доступа**

1. Американская патентная база данных. – URL: <http://www.uspto.gov/patft/>.
2. Полные тексты канадских диссертаций. – URL: <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>.
3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [русские научные журналы]. – URL: <http://cyberleninka.ru/>.
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации : сайт. – URL: <https://www.minobrnauki.gov.ru/>.
5. Федеральный портал "Российское образование". – URL: <http://www.edu.ru/>.
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам". – URL: <http://window.edu.ru/>.
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов. – URL: <http://school-collection.edu.ru/>.
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. – URL: <http://fcior.edu.ru/>.
9. Проект Государственного института русского языка имени А. С. Пушкина "Образование на русском" [обучение русскому языку как иностранному]. – URL: <https://pushkininstitute.ru/>.
10. Служба тематических толковых словарей. – URL: <http://www.glossary.ru/>.
11. Словари и энциклопедии. – URL: <http://dic.academic.ru/>.
12. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы. – URL: [http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety).

13. Фундаментальная электронная библиотека "Русская литература и фольклор" – полнотекстовая информационная система. – URL: <http://feb-web.ru/>.
14. Электронная библиотека Государственной публичной исторической библиотеки (ГПИБ) России. – URL: <http://elib.shpl.ru/ru/nodes/9347-elektronnaya-biblioteka-gpib/>.
15. Научная электронная библиотека. Монографии, изданные в издательстве Российской Академии Естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru/>.
16. Государственная образовательная платформа «Российская электронная школа». – URL: <https://resh.edu.ru>.
17. Федеральный центр образовательного законодательства. – URL: <http://fcoz.ru/>.
18. Словарь фин. и юр. терминов [ресурс свободного доступа некоммерческой интернет-версии справочно-правовой системы «КонсультантПлюс»]. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=jt&div=LAW&rnd=7078C860B51485C4F9F53689F67ADDA2>

### **5.3.5 Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы**

1. База информационных потребностей [Кубанского государственного университета и филиалов] – разделы: Научные публикации преподавателей и обучающихся; Информация об участии преподавателей и обучающихся в научных конференциях; Темы выпускных квалификационных работ студентов. – URL: <https://infoneeds.kubsu.ru/infoneeds/>.
2. Электронная библиотека информационных ресурсов филиала. – URL: <http://sgpi.ru/bip.php>.
3. Электронный каталог Электронной библиотеки КубГУ [и библиотек филиалов университета]. – URL: <http://212.192.134.46/MegaPro/Web>.
4. ГОСТы (официальные тексты) в помощь оформлению курсовых, выпускных квалификационных работ, диссертационных исследований – коллекция ссылок на ресурсы сайта Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), размещённая на сайте филиала. – URL: <http://www.sgpi.ru/?n=2417/>

## **6 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### **6.1 Общие рекомендации по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа студентов распадается на два самостоятельных направления: на изучение и освоение теоретического лекционного материала, и на освоение методики решения практических задач. При всех формах самостоятельной работы студент может получить разъяснения по непонятным вопросам у преподавателя на индивидуальных консультациях в соответствии с графиком консультаций. Студент может также обратиться к рекомендуемым преподавателем учебникам и учебным пособиям, в которых теоретические вопросы изложены более широко и подробно, чем на лекциях.

При подготовке к коллоквиумам студентам приходится изучать указанные преподавателем темы, используя конспекты лекций, рекомендуемую литературу, учебные пособия. Ответы на возникающие вопросы в ходе подготовки к коллоквиуму и контрольной работе можно получить на практических занятиях и очередных консультациях.

Ряд тем и вопросов курса отведены для самостоятельной проработки студентами. При этом у лектора появляется возможность расширить круг изучаемых проблем, дать на самостоятельную проработку новые интересные вопросы. Студент должен разобраться в рекомендуемой литературе и письменно изложить кратко и доступно для себя основное содержание материала. Преподаватель проверяет качество усвоения самостоятельно проработанных вопросов на практических занятиях, контрольных работах, коллоквиумах и во время экзамена. Таким образом, использование всех рекомендуемых видов самостоятельной работы дает возможность значительно активизировать работу студентов над материалом курса. В освоении дисциплины 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.

## **6.2 Организация процедуры промежуточной аттестации**

Экзамен – форма промежуточной аттестации, в результате которого обучающийся получает оценку в четырехбалльной шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). Основой для определения оценки на экзаменах служит объём и уровень усвоения студентами материала, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

Итоговая оценка учитывает совокупные результаты контроля знаний. Экзамен проводится по билетам в устной форме в виде опроса. Содержание билета: 1-е задание (теоретический вопрос); 2-е задание (теоретический вопрос); 3-е задание (задача).

Студенты обязаны сдать экзамен в соответствии с расписанием и учебным планом. Экзамен по дисциплине преследует цель оценить сформированность требуемых компетенций, работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Форма проведения экзамена определяется в рабочей программе дисциплины. Студенту предоставляется возможность ознакомления с рабочей программой дисциплины. Экзаменатор имеет право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины. Время проведения экзамена устанавливается нормами времени. Результат сдачи экзамена заносится преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Экзамен проводится в устной (или письменной) форме по билетам. Каждый билет содержит один теоретический вопрос и одну задачу. Экзаменатор имеет право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины. Время проведения экзамена устанавливается нормами времени. Результат сдачи экзамена заносится преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Оценка «отлично» выставляется, если студент:

- полно раскрыл содержание материала в области, предусмотренной программой; изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно использовал терминологию;
- правильно выполнил рисунки, чертежи, графики, использовал наглядные пособия, соответствующие ответу;
- показал умения иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами из практики;
- продемонстрировал усвоение изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость знаний;
- отвечал самостоятельно без наводящих вопросов, как на билет, так и на дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если:

- в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие методического содержания ответа;
- допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, исправление по замечанию преподавателя;
- допущены ошибки или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, легко исправленных по замечанию преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если:

- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения программного материала;

– имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, чертежах, выкладках, рассуждениях, исправленных после нескольких наводящих вопросов преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если:

– не раскрыто основное содержание учебного методического материала;  
– обнаружено незнание и непонимание студентом большей или наиболее важной части дисциплины;

– допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в рисунках, чертежах, в использовании и применении наглядных пособий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя;

– допущены ошибки в освещении основополагающих вопросов дисциплины.

На экзамене предлагается решить практическое задание. Для оценки практического задания используются следующие критерии:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если при решении задачи выполнены все этапы алгоритма, верно выполнены промежуточные вычисления и обоснованно получен верный ответ.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если при решении задачи выполнены все этапы алгоритма, в процессе выполнения промежуточных вычислений допущена арифметическая ошибка и обоснованно получен ответ с учетом допущенной ошибки.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если при решении задачи не выполнены все этапы алгоритма, в процессе выполнения промежуточных вычислений допущены арифметические ошибки и получен ответ с учетом допущенной ошибки или ответ получен не обоснованно.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в решении и не умеет применять базовые алгоритмы при решении типовых практических задач

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.

## 7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса 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                                                                                         | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: презентационная техника, компьютер | 1. Apache OpenOffice. The Free and Open Productivity Suite. Apache OpenOffice 4.1.3 released – свободное программное обеспечение, бессрочное, с неограниченным количеством лицензий, правообладатель: SUN/Oracle.<br>2. Adobe. Лицензионный договор на программное обеспечение [Adobe Acrobat Reader DC, Adobe Flash Player] для персональных компьютеров, бессрочный с неограниченным количеством лицензий, правообладатель – «Adobe Systems».<br>3. Microsoft software license terms [Условия лицензионного соглашения на использование программного обеспечения «Microsoft» (в т. ч. программное обеспечение «Windows Media Player», распространяемое вместе с компьютерами)], правообладатель: «Microsoft».<br>4. Условия предоставления услуг Google Chrome. Исходный код предоставляется бесплатно, бессрочно с неограниченным количеством лицензионных соглашений, правообладатель – «Google».<br>5. Licenses. LibreOffice is Free Software [свободное программное обеспечение LibreOffice], бессрочное, с неограниченным количеством лицензий, правообладатель – «The Document Foundation».<br>6. 7-Zip. License for use and distribution [7-Zip. Лицензия на использование и распространение]. Свободное программное обеспечение, бессрочное, с неограниченным количеством лицензий, правообладатель – Igor Pavlov.<br>7. Лицензия. Программа FreeCommander, бесплатная, свободного использования, бессрочная, правообладатель – Marek Jasinski.<br>8. Mozilla Firefox – бесплатная программа на условиях Публичной лицензии, бессрочной для неограниченного количества пользователей, разработчики – участники проекта mozilla.org. |
| Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: презентационная техника, компьютер | 1. Apache OpenOffice. The Free and Open Productivity Suite. Apache OpenOffice 4.1.3 released – свободное программное обеспечение, бессрочное, с неограниченным количеством лицензий, правообладатель: SUN/Oracle.<br>2. Adobe. Лицензионный договор на программное обеспечение [Adobe Acrobat Reader DC, Adobe Flash Player] для персональных компьютеров, бессрочный с неограниченным количеством лицензий, правообладатель – «Adobe Systems».<br>3. Microsoft software license terms [Условия лицензионного соглашения на использование программного обеспечения «Microsoft» (в т. ч. программное обеспечение «Windows Media Player», распространяемое вместе с компьютерами)], правообладатель: «Microsoft».<br>4. Условия предоставления услуг Google Chrome. Исходный код предоставляется бесплатно, бессрочно с неограниченным количеством лицензионных соглашений, правообладатель – «Google».<br>5. Licenses. LibreOffice is Free Software [свободное программное обеспечение LibreOffice], бессрочное, с неограниченным количеством лицензий, правообладатель – «The Document Foundation».                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|                                                                            |                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                            |                                                                                                        | <p>6. 7-Zip. License for use and distribution [7-Zip. Лицензия на использование и распространение]. Свободное программное обеспечение, бессрочное, с неограниченным кол-вом лицензий, правообладатель – Igor Pavlov.</p> <p>7. Лицензия. Программа FreeCommander, бесплатная, свободного использования, бессрочная, правообладатель – Marek Jasinski.</p> <p>8. Mozilla Firefox – бесплатная программа на условиях Публичной лицензии, бессрочной для неограниченного количества пользователей, разработчики – участники проекта mozilla.org.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ) | <p>Мебель: учебная мебель</p> <p>Технические средства обучения: презентационная техника, компьютер</p> | <p>1. Apache OpenOffice. The Free and Open Productivity Suite. Apache OpenOffice 4.1.3 released – свободное программное обеспечение, бессрочное, с неограниченным количеством лицензий, правообладатель: SUN/Oracle.</p> <p>2. Adobe. Лицензионный договор на программное обеспечение [Adobe Acrobat Reader DC, Adobe Flash Player] для персональных компьютеров, бессрочный с неограниченным количеством лицензий, правообладатель – «Adobe Systems».</p> <p>3. Microsoft software license terms [Условия лицензионного соглашения на использование программного обеспечения «Microsoft» (в т. ч. программное обеспечение «Windows Media Player», распространяемое вместе с компьютерами)], правообладатель: «Microsoft».</p> <p>4. Условия предоставления услуг Google Chrome. Исходный код предоставляется бесплатно, бессрочно с неограниченным количеством лицензионных соглашений, правообладатель – «Google».</p> <p>5. Licenses. LibreOffice is Free Software [свободное программное обеспечение LibreOffice], бессрочное, с неограниченным кол-вом лицензий, правообладатель – «The Document Foundation».</p> <p>6. 7-Zip. License for use and distribution [7-Zip. Лицензия на использование и распространение]. Свободное программное обеспечение, бессрочное, с неограниченным кол-вом лицензий, правообладатель – Igor Pavlov.</p> <p>7. Лицензия. Программа FreeCommander, бесплатная, свободного использования, бессрочная, правообладатель – Marek Jasinski.</p> <p>8. Mozilla Firefox – бесплатная программа на условиях Публичной лицензии, бессрочной для неограниченного количества пользователей, разработчики – участники проекта mozilla.org.</p> |

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 (353560, Краснодарский край, г. Славянск-на-Кубани, ул. Кубанская, 200, Электронный | <p>Мебель: учебная мебель</p> <p>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы</p> <p>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в</p> | <p>1. Apache OpenOffice. The Free and Open Productivity Suite. Apache OpenOffice 4.1.3 released – свободное программное обеспечение, бессрочное, с неограниченным количеством лицензий, правообладатель: SUN/Oracle.</p> <p>2. Adobe. Лицензионный договор на программное обеспечение [Adobe Acrobat Reader DC, Adobe Flash Player] для персональных компьютеров, бессрочный с неограниченным количеством лицензий, правообладатель – «Adobe Systems».</p> |

|                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| зал библиотеки, читальный зал № 2, № А-1)                                                                                                                          | электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)                                                                                                                                                                      | <p>3. Microsoft software license terms [Условия лицензионного соглашения на использование программного обеспечения «Microsoft» (в т. ч. программное обеспечение «Windows Media Player», распространяемое вместе с компьютерами)], правообладатель: «Microsoft».</p> <p>4. Условия предоставления услуг Google Chrome. Исходный код предоставляется бесплатно, бессрочно с неограниченным количеством лицензионных соглашений, правообладатель – «Google».</p> <p>5. Licenses. LibreOffice is Free Software [свободное программное обеспечение LibreOffice], бессрочное, с неограниченным кол-вом лицензий, правообладатель – «The Document Foundation».</p> <p>6. 7-Zip. License for use and distribution [7-Zip. Лицензия на использование и распространение]. Свободное программное обеспечение, бессрочное, с неограниченным кол-вом лицензий, правообладатель – Igor Pavlov.</p> <p>7. Лицензия. Программа FreeCommander, бесплатная, свободного использования, бессрочная, правообладатель – Marek Jasinski.</p> <p>8. Mozilla Firefox – бесплатная программа на условиях Публичной лицензии, бессрочной для неограниченного количества пользователей, разработчики – участники проекта mozilla.org.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (353563, Краснодарский край, г. Славянск-на-Кубани, ул. Коммунистическая, дом № 2, Читальный зал библиотеки, № 2) | <p>Мебель: учебная мебель</p> <p>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы</p> <p>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение)</p> | <p>1. Apache OpenOffice. The Free and Open Productivity Suite. Apache OpenOffice 4.1.3 released – свободное программное обеспечение, бессрочное, с неограниченным количеством лицензий, правообладатель: SUN/Oracle.</p> <p>2. Adobe. Лицензионный договор на программное обеспечение [Adobe Acrobat Reader DC, Adobe Flash Player] для персональных компьютеров, бессрочный с неограниченным количеством лицензий, правообладатель – «Adobe Systems».</p> <p>3. Microsoft software license terms [Условия лицензионного соглашения на использование программного обеспечения «Microsoft» (в т. ч. программное обеспечение «Windows Media Player», распространяемое вместе с компьютерами)], правообладатель: «Microsoft».</p> <p>4. Условия предоставления услуг Google Chrome. Исходный код предоставляется бесплатно, бессрочно с неограниченным количеством лицензионных соглашений, правообладатель – «Google».</p> <p>5. Licenses. LibreOffice is Free Software [свободное программное обеспечение LibreOffice], бессрочное, с неограниченным кол-вом лицензий, правообладатель – «The Document Foundation».</p> <p>6. 7-Zip. License for use and distribution [7-Zip. Лицензия на использование и распространение]. Свободное программное обеспечение, бессрочное, с неограниченным кол-вом лицензий, правообладатель – Igor Pavlov.</p> <p>7. Лицензия. Программа FreeCommander, бесплатная, свободного использования, бессрочная, правообладатель – Marek Jasinski.</p> <p>8. Mozilla Firefox – бесплатная программа на условиях Публичной лицензии, бессрочной для неограниченного количества пользователей, разработчики – участники проекта mozilla.org.</p> |