

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт экономики и менеджмента

УТВЕРЖДЕНО:
Директор ИЭМ
Е.В. Нехода

Рабочая программа дисциплины

Линейная алгебра

по направлению подготовки

38.03.01 Экономика

Направленность (профиль) подготовки:
«Финансовая экономика»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2020

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
Т.Г. Ильина

Председатель УМК
В.В. Маковеева

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 способностью выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить аппарат линейной алгебры.
– Научиться применять математический аппарат и алгоритмы линейной алгебры для решения теоретических и практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Первый семестр, зачет с оценкой

Второй семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 часов, из которых:

-лекции: 62 ч.

-практические занятия: 64 ч.

в том числе практическая подготовка: 20 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение

Примеры экономических задач, решение которых сводится к решению систем линейных уравнений.

Тема 2. Векторы. Линейная зависимость

Понятия вектора, линейной зависимости; теоремы о линейной зависимости и признаках линейной зависимости.

Тема 3. Базис. Системы координат. Проекция вектора на ось

Понятия базиса, координат вектора аффинной и декартовой прямоугольной систем координат, проекции точки и вектора на прямую, плоскость и ось.

Тема 4. Скалярное, векторное, смешанное произведения векторов

Определения и свойства скалярного, векторного и смешанного произведений. Запись произведений векторов в декартовой прямоугольной системе координат.

Тема 5. Уравнения линии и поверхности. Преобразование координат

Общие сведения об уравнениях линий на плоскости и в пространстве, поверхностей в пространстве (алгебраические, параметрические, трансцендентные); уравнения, описывающие взаимосвязь координат вектора (точки) в разных системах координат.

Тема 6. Прямая линия на плоскости

Теорема об общем уравнении прямой линии на плоскости и следствия из неё; другие типы уравнений прямой линии на плоскости; пучок прямых.

Тема 7. Плоскость и прямая линия в пространстве

Теорема об общем уравнении плоскости в пространстве и следствия из неё; другие уравнения плоскости; пучок и связка плоскостей; уравнения прямой линии в пространстве.

Тема 8. Задачи на тему прямая и плоскость

Задачи проецирования точки на прямую и плоскость, определения расстояния от точки до прямой и плоскости; методы решения геометрических неравенств.

Тема 9. Линии второго порядка

Уравнения эллипса, гиперболы и параболы и их свойства; классификация линий второго порядка.

Тема 10. Поверхности второго порядка

Уравнения различных поверхностей второго порядка и их свойства.

Тема 11. Матрицы

Определение матрицы, типы матриц, линейные операции над матрицами; операция умножения матриц и его свойства.

Тема 12. Элементарные преобразования матриц

Определение операций элементарных преобразований матриц, их свойства и их матричные аналоги.

Тема 13. Обратная матрица. Определитель матрицы

Определение обратной матрицы, теорема об обратной матрице, свойства обратных матриц. Определитель матрицы и его свойства; алгебраические дополнения и разложения определителя матрицы по выбранной строке (столбцу); вычисление алгебраических дополнений.

Тема 14. Определитель произведения матриц. Ранг матрицы

Дополнительные свойства определителя матрицы, определитель произведения квадратных матриц; понятие ранга матрицы; теорема о базисном миноре и следствия из неё.

Тема 15. Системы линейных алгебраических уравнений (основные понятия)

Определение системы линейных алгебраических уравнений, различные формы записи систем линейных уравнений; теоремы Кронекера-Капелли и Крамера.

Тема 16. Системы линейных алгебраических уравнений (общее решение $Ax = b$)

Фундаментальная матрица системы линейных алгебраических уравнений; теорема о фундаментальной матрице; теорема об общем решении однородной и неоднородной системах уравнений.

Тема 17. Системы линейных алгебраических уравнений (дополнительные теоремы)
Дополнительные теоремы о существовании и свойствах решений систем линейных уравнений, альтернатива и теорема Фредгольма.

Тема 18. Линейные пространства (основные понятия)
Определение линейного пространства; линейная зависимость векторов, теорема о линейной зависимости векторов; базис линейного пространства; координаты вектора; теорема о линейной зависимости векторов в координатной форме.

Тема 19. Линейные пространства (смена базиса, линейное подпространство)
Операция смены базиса; определение линейного подпространства; теорема о линейном подпространстве.

Тема 20. Линейные пространства (сумма и пересечение линейных подпространств)
Сумма и пересечение линейных подпространств; теоремы о сумме и пересечении линейных подпространств; прямое дополнение линейного подпространства; теорема о прямом дополнении линейного подпространства.

Тема 21. Евклидовы пространства
Определение скалярного произведения; определение евклидова пространства; неравенство Коши-Буняковского-Шварца; норма вектора, расстояние и угол между векторами; ортогональное дополнение линейного подпространства; процедура ортогонализации Грама-Шмидта; скалярное произведение в ортонормированном базисе.

Тема 22. Проецирование вектора на подпространство
Постановка и решение задачи проецирования вектора на подпространство.

Тема 23. Точечно-векторные пространства
Понятие точечно-векторного пространства; прямая, плоскость и гиперплоскость в точечно-векторном пространстве; выпуклые множества и выпуклые оболочки.

Тема 24. Унитарные пространства
Определение комплексных чисел; операции над комплексными числами; различные формы представления комплексных чисел; определение унитарного пространства.

Тема 26. Линейные операторы
Определение линейного оператора; координатная и матричная форма записи линейного оператора; преобразование матрицы линейного оператора при смене базиса; операции над линейными операторами; геометрические свойства линейного оператора; обратный линейный оператор; теорема о существовании обратного линейного оператора.

Тема 27. Собственные значения и собственные векторы линейного оператора
Определение собственного значения и соответствующего ему собственного вектора линейного оператора; теорема о характеристическом уравнении; матрица линейного оператора в базисе из собственных векторов.

Тема 28. Разностные уравнения

Определение разностного уравнения. Примеры практических задач, сводимых к разностным уравнениям и их решение с применением аппарата линейных операторов; некоторые свойства решения разностного уравнения.

Тема 39. Скалярные функции векторного аргумента

Определение скалярных функций векторного аргумента: линейной формы, билинейной формы и квадратичной формы; матричная и координатная форма записи этих функций; преобразование матриц линейных функций при смене базиса.

Тема 30. Знакоопределённые формы

Понятие знакоопределённой квадратичной формы; закон инерции квадратичных форм; критерии Лагранжа и Сильвестра; классификация квадратичных форм.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ и выполнения домашних заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамены в первом и втором семестрах проводятся в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Первая часть билета содержит постановку практической задачи и теоретический вопрос, проверяющий знание основных определений, свойств и теорем линейной алгебры.

Второй часть билета состоит из практической задачи, решение которой демонстрирует знание обучающимся основных вычислительных алгоритмов линейной алгебры.

Третья часть билета содержит формулировку теоремы, которую требуется доказать, и позволяет оценить степень владения обучающимся теоретическим материалом.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Вектор: определение, обозначение, длина, нулевой вектор, принадлежность вектора прямой/плоскости, коллинеарность/компланарность векторов, равенство векторов, линейные операции над векторами и их свойства (8 основных свойств), теорема о коллинеарных векторах.
2. Линейная (не)зависимость векторов: понятие линейной комбинации, определение линейной (не)зависимости векторов, элементарные преобразования совокупности векторов, теоремы "о линейной зависимости" и "о признаках линейной зависимости", следствия из теорем.
3. Базис: определение векторного пространства, определение базиса, теорема "о единственности разложения вектора по базису", теорема "о базисе".
4. Координаты вектора: определение координат вектора, теорема "о выражении линейных операций над векторами через их координаты", аффинная и декартова прямоугольная системы координат (на прямой, на плоскости и в пространстве).
5. Ортогональная проекция вектора: определение ортогональной проекции (на прямую, на плоскость, на ось), свойства ортогональной проекции вектора на ось (3 основных свойства), направляющие косинусы, свойства направляющих косинусов.
6. Скалярное произведение векторов: определение, геометрические и алгебраические свойства скалярного произведения (6 свойств), скалярное произведение векторов в декартовой прямоугольной системе координат.

7. Векторное произведение векторов: определение, геометрические и алгебраические свойства векторного произведения (6 свойств), векторное произведение векторов в декартовой прямоугольной системе координат.
8. Смешанное произведение векторов: определение, геометрические и алгебраические свойства (3 свойства), смешанное произведение векторов в декартовой прямоугольной системе координат.
9. Уравнения линии на плоскости: уравнение множества в некоторой системе координат, уравнение линии на плоскости, параметрическое уравнение линии на плоскости, алгебраическая линия на плоскости, порядок алгебраической линии на плоскости, теорема "о сохранении порядка алгебраической линии".
10. Уравнения поверхности: уравнение множества в некоторой системе координат, уравнение поверхности, параметрическое уравнение поверхности, алгебраическая поверхность, порядок алгебраической поверхности, теорема "о сохранении порядка алгебраической поверхности".
11. Уравнения линии в пространстве: уравнение множества в некоторой системе координат, способы описания (уравнения) линии в пространстве.
12. Преобразование координат на плоскости: постановка задачи, соотношения, связывающие координаты точки в разных системах координат.
13. Прямая линия на плоскости: теорема "об общем уравнении прямой линии", замечания о различных уравнениях одной и той же прямой линии, типы уравнений прямой линии на плоскости (общее уравнение; уравнение прямой линии, проходящей через заданную точку перпендикулярно заданному вектору; векторное уравнение прямой линии; уравнение прямой линии в отрезках; каноническое уравнение прямой линии; уравнение прямой линии, проходящей через две заданные точки; параметрическое уравнение прямой; уравнение прямой с угловым коэффициентом; нормированное уравнение прямой).
14. Плоскость в пространстве: теорема об общем уравнении плоскости в пространстве, замечание о различных уравнениях одной и той же плоскости, типы уравнений плоскости (общее уравнение плоскости; уравнение плоскости, проходящей через заданную точку перпендикулярно заданному вектору; векторное уравнение плоскости; уравнение плоскости в отрезках; уравнение плоскости, проходящей через три заданные точки; параметрическое уравнение плоскости; нормированное уравнение плоскости).
15. Уравнение прямой линии в пространстве: каноническое уравнение прямой линии; уравнение прямой линии, проходящей через две заданные точки; параметрическое уравнение прямой линии; задание прямой линии, как пересечение двух плоскостей.
16. Эллипс: определение, каноническое уравнение, свойства (симметрия, вершины, оси, эксцентриситет, директрисы).
17. Гипербола: определение, каноническое уравнение, свойства (симметрия, вершины, оси, эксцентриситет, директрисы, асимптоты).
18. Парабола: определение, каноническое уравнение, свойства (симметрия, вершины).
19. Линии второго порядка: определение, классификация (эллипс, гипербола, парабола, ...).
20. Матрицы: определение матрицы, порядок матрицы, вектор-строка, вектор-столбец, симметричная матрица, главная диагональ матрицы, нулевая матрица, единичная матрица, верхняя (нижняя) треугольная матрица, диагональная матрица, след матрицы, элементарные операции над матрицами и их свойства (11 основных свойств).
21. Матрицы: определение матрицы, порядок матрицы, вектор-строка, вектор-столбец, симметричная матрица, главная диагональ матрицы, нулевая матрица,

- единичная матрица, верхняя (нижняя) треугольная матрица, диагональная матрица, след матрицы, умножение матрицы, свойства умножения матриц (7 основных свойств) + "метафоры".
22. Линейная зависимость матриц: линейная комбинация матриц, линейная (не)зависимость матриц, элементарные преобразования матриц, теорема "о линейной зависимости", теорема "о единственности разложения матрицы по системе линейно-независимых матриц".
 23. Элементарные преобразования матриц и их матрицы: элементарные преобразования матриц, правило построения матрицы элементарного преобразования, матрица последовательности элементарных преобразований.
 24. (Не)вырожденные матрицы: определение, примеры вырожденной и невырожденной матриц; теорема "о (не)вырожденных матрицах" + следствия, теорема "о произведении (не)вырожденных матриц" + следствие.
 25. Обратная матрица: определение, теорема "об обратной матрице", свойства обратной матрицы (5 основных свойств); нахождение обратной матрицы методом элементарных преобразований строк (описание).
 26. Определитель: определение, алгебраическое дополнение, свойства определителя (7 основных + 4 дополнительных свойства).
 27. Ранг матрицы: определения минора k -го порядка матрицы, ранга матрицы, базисного минора, базисных строк и столбцов матрицы; теорема "о базисном миноре" + следствия; свойства ранга матрицы (4 основных свойства); нахождение ранга матрицы методом элементарных преобразований (описание).
 28. Система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ): основные определения (линейное алгебраическое уравнение, система линейных алгебраических уравнений, развёрнутая, векторная и матричная формы записи СЛАУ, решение СЛАУ, различные решения СЛАУ, (не)совместная, (не)определённая, (не)однородная СЛАУ, основная и расширенная матрицы системы, элементарные преобразования СЛАУ).
 29. Система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ): основные теоремы (теорема Кронекера – Капелли, теорема Крамера, теорема о существовании решения СЛАУ в общем случае).
 30. Общее решение СЛАУ: теорема "об условиях существования нетривиального решения однородной СЛАУ", теорема "о фундаментальной матрице однородной СЛАУ"; теорема "об общем решении однородной системы СЛАУ"; теорема "об общем решении неоднородной СЛАУ".
 31. Теорема об условиях несовместности неоднородной СЛАУ.
 32. Теорема об условиях совместности неоднородной СЛАУ при любой правой части.
 33. Альтернатива Фредгольма.
 34. Теорема Фредгольма.
 35. Теорема о коллинеарных векторах.
 36. Теорема о линейной зависимости.
 37. Теорема о признаках линейной зависимости + следствия.
 38. Теорема о единственности разложения вектора по базису.
 39. Теорема о базисе.
 40. Теорема о выражении линейных операций над векторами через их координаты.
 41. Свойства ортогональной проекции вектора на ось (3 основных свойства).
 42. Свойства направляющих косинусов.
 43. Геометрические и алгебраические свойства скалярного произведения (6 свойств), скалярное произведение векторов в декартовой прямоугольной системе координат.

44. Геометрические и алгебраические свойства векторного произведения (6 свойств), векторное произведение векторов в декартовой прямоугольной системе координат.
45. Геометрические и алгебраические свойства (3 свойства) смешанного произведения векторов в декартовой прямоугольной системе координат.
46. Вывод соотношений, связывающих координаты точки на плоскости в разных системах координат.
47. Теорема об общем уравнении прямой линии + замечание.
48. Теорема об общем уравнении плоскости в пространстве + замечание.
49. Вывод канонического уравнения эллипса.
50. Вывод канонического уравнения гиперболы.
51. Вывод канонического уравнения параболы.
52. Перечислить свойства умножения матриц (7 основных свойств) и доказать их.
53. Теорема о линейной зависимости.
54. Теорема о единственности разложения матрицы по системе линейно-независимых матриц.
55. Теорема о (не)вырожденных матрицах.
56. Теорема о произведении (не)вырожденных матриц.
57. Теорема об обратной матрице.
58. Перечислить свойства обратной матрицы (5 основных свойств) и доказать их.
59. Перечислить свойства определителя (7 основных свойств) и доказать, что их.
60. Теорема о базисном миноре + следствия.
61. Сформулировать и доказать свойства ранга матрицы (4 основных свойства).
62. Теорема Кронекера – Капелли.
63. Теорема Крамера.
64. Теорема об условиях существования нетривиального решения однородной СЛАУ.
65. Теорема о фундаментальной матрице однородной СЛАУ.
66. Теорема об общем решении однородной системы СЛАУ.
67. Теорема об общем решении неоднородной СЛАУ.
68. Теорема об условиях несовместности неоднородной СЛАУ.
69. Теорема об условиях совместности неоднородной СЛАУ при любой правой части.
70. Теорема о совместности системы $A^T A x = A^T b$.
71. Линейное пространство (определение; базис и размерность линейного пространства, координаты вектора, изоморфизм линейных пространств), простейшие следствия из аксиом линейного пространства, теорема "о линейно зависимости".
72. Линейное пространство (определение; базис и размерность линейного пространства, координаты вектора, изоморфизм линейных пространств), теорема "о единственности разложения вектора по базису", теорема "о выражении линейных операций над векторами через линейные комбинации над их координатами".
73. Линейная (не)зависимость векторов (понятие линейной комбинации векторов, определение линейной (не)зависимости векторов, элементарные преобразования совокупности векторов), теорема "о необходимых и достаточных условиях зависимости векторов в координатной форме".
74. Линейное пространство (определение, базис и размерность линейного пространства, координаты вектора, изоморфизм линейных пространств), теорема "о размерности линейного пространства", теорема "об изоморфизме линейных пространств".
75. Смена базиса в линейном пространстве (постановка задачи), линейное подпространство (определение, способы описания), линейная оболочка (определение), линейное многообразие (определение).

76. Сумма и пересечение линейных подпространств (определение), прямая сумма линейных подпространств (определение), прямое дополнение линейного подпространства (определение), линейное многообразие (определение).
77. Линейное пространство (определение; базис и размерность линейного пространства, координаты вектора, изоморфизм линейных пространств), линейное подпространство (определение, способы описания), линейное многообразие (определение).
78. Простейшие следствия из аксиом линейного пространства.
79. Теорема "о линейной зависимости".
80. Теорема "о единственности разложения вектора по базису".
81. Теорема "о выражении линейных операций над векторами через линейные комбинации над их координатами".
82. Теорема "о необходимых и достаточных условиях зависимости векторов в координатной форме".
83. Теорема "о размерности линейного пространства".
84. Теорема "об изоморфизме линейных пространств".
85. Вывод соотношений, связывающие векторы различных базисов и координаты вектора в различных базисах.
86. Теорема "о линейном подпространстве".
87. Теорема "о линейной оболочке".
88. Теорема "об описании линейного подпространства однородной СЛАУ".
89. Теорема "о сумме и пересечении линейных подпространств".
90. Теорема "о прямой сумме линейных подпространств".
91. Формула Грассмана.
92. Евклидово пространство, неравенство Коши-Буняковского-Шварца.
93. Евклидово пространство, норма вектора, расстояние и угол между векторами.
94. Евклидово пространство, ортогональная совокупность векторов, теорема об ортогональной совокупности векторов.
95. Евклидово пространство, ортонормированный базис, свойства ортонормированного базиса.
96. Ортогональное подпространство, ортогональное дополнение.
97. Проектирование вектора на подпространство (постановка задачи, экстремальные свойства ортогональной проекции, система нормальных уравнений в матричном виде)
98. Точечно-векторное пространство, простейшие следствия из определения точечно-векторного пространства, система координат.
99. Точечно-векторное пространство, система координат, соотношения, связывающие координаты точки в различных системах координат.
100. Плоскость в точечно-векторном пространстве (определение, примеры)
101. Уравнения прямой линии в точечно-векторном пространстве, уравнение отрезка.
102. (Не)выпуклые множества, теорема о выпуклых множествах, полупространства, теорема о полупространствах.
103. Выпуклые множества, выпуклая линейная оболочка точек, теорема о выпуклой оболочке, K -мерный симплекс.
104. Комплексные числа, определение и операции над комплексными числами.
105. Комплексные числа, тригонометрическая форма записи комплексных чисел.
106. Комплексные числа, показательная форма записи комплексных чисел.
107. Комплексные числа, основная теорема алгебры и следствие из неё, унитарное пространство (определение).
108. Неравенство Коши-Буняковского-Шварца.
109. Теорема об ортогональной совокупности векторов.
110. Теорема об условиях ортогональности линейных подпространств.

111. Теорема о разложении евклидова пространства.
112. Задача проецирования вектора на подпространство. Вывод и решение системы нормальных уравнений.
113. Теорема о единственности решения системы нормальных уравнений.
114. Линейный оператор (определение, примеры).
115. Операции над линейными операторами (сложение, умножение на число, умножение, возведение в степень).
116. Геометрические свойства линейного оператора (образ, ядро, ранг, дефект линейного оператора), теорема о сумме ранга и дефекта линейного оператора и теорема о размерностях линейных операторов.
117. (Не)вырожденный и взаимно-однозначный линейный оператор. Обратный линейный оператор. Теорема о существовании обратного линейного оператора.
118. Матрица линейного оператора (принцип построения). Соотношения связывающие матрицы линейного оператора и связывающие координаты образа и прообраза при смене базисов.
119. Собственное значение и собственный вектор линейного оператора. Теорема о линейной независимости собственных векторов, соответствующих различным собственным значениям и следствие из неё.
120. Собственное подпространство линейного оператора, соответствующее собственному значению. Теорема о собственном подпространстве.
121. Теорема о характеристическом уравнении и комментарии к ней.
122. Доказать, что произведение линейных операторов – это линейный оператор.
123. Перечислить и доказать справедливость 4-х свойств операции сложения линейных операторов.
124. Перечислить и доказать справедливость 4-х свойств операции умножения линейных операторов на число.
125. Перечислить и доказать справедливость 3-х свойств операции умножения линейных операторов.
126. Доказать, что для линейного оператора $A(x)$, действующего
127. Доказать, теорему о сумме ранга и дефекта линейного оператора.
128. Доказать, что произведение двух невырожденных операторов является невырожденным линейным оператором.
129. Доказать теорему о линейной независимости собственных векторов, соответствующих различным собственным значениям.
130. Линейная, билинейная, квадратичная формы (определение, общий вид, примеры форм). Преобразование линейной формы при смене базиса.
131. Линейная, билинейная, квадратичная формы (определение, общий вид, примеры форм). Преобразование матрицы билинейной формы при смене базиса. Канонический базис билинейной/квадратичной формы. Канонический базис билинейной/квадратичной формы.
132. Линейная, билинейная, квадратичная формы (определение, общий вид, примеры форм). Преобразование матрицы квадратичной формы при смене базиса. Канонический базис билинейной/квадратичной формы.
133. Канонический базис билинейной/квадратичной формы. Теорема (метод Лагранжа приведения квадратичной формы к каноническому виду). Индексы инерции, ранг и сигнатура квадратичной формы.
134. Канонический базис билинейной/квадратичной формы. Теорема (Закон инерции квадратичных форм). Индексы инерции, ранг и сигнатура квадратичной формы.
135. Канонический базис билинейной/квадратичной формы. Теорема (метод Якоби приведения квадратичной формы к каноническому виду). Индексы инерции, ранг и сигнатура квадратичной формы.

136. Канонический базис билинейной/квадратичной формы. Теорема (Критерий Сильвестра). Классификация квадратичных форм.
137. Теорема (Метод Лагранжа приведения квадратичной формы к каноническому виду).
138. Теорема (Метод Якоби приведения квадратичной формы к каноническому виду).
139. Теорема (Закон инерции квадратичных форм).
140. Критерий Сильвестра.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент правильно решил задачу и ответил на теоретический вопрос из первой части экзаменационного билета, в противном случае выставляется оценка «неудовлетворительно».

Оценка «хорошо» выставляется, если студент успешно ответил на первую часть экзаменационного билета и правильно решил практическую задачу из его второй части.

Оценка «отлично» выставляется, если студент успешно ответил на первую и вторую части экзаменационного билета и правильно доказал теорему из третьей части билета.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle»:

– <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22791>

– <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22792>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Татарников, О. В. Линейная алгебра : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / О. В. Татарников, А. С. Чуйко, В. Г. Шершнева ; под общей редакцией О. В. Татарникова. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 334 с. – (Бакалавр. Прикладной курс). – ISBN 978-5-9916-3568-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/482664> (дата обращения: 31.01.2023).

– Лубягина, Е. Н. Линейная алгебра : учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. Н. Лубягина, Е. М. Вечтомов. – 2-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 150 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-12504-7. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/517608> (дата обращения: 31.01.2023).

– Линейная алгебра и аналитическая геометрия : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Е. Г. Плотникова, А. П. Иванов, В. В. Логинова, А. В. Морозова ; под редакцией Е. Г. Плотниковой. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 340 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-10508-7. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/517864> (дата обращения: 31.01.2023).

б) дополнительная литература:

– Линейная алгебра: учебное пособие для Института прикладной математики и компьютерных наук направлений подготовки: 02.03.02 – Фундаментальная информатика и информационные технологии, 02.03.03 – Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, 09.03.03 – Прикладная информатика / С. П.

Моисеева, С. В. Пауль, И. А. Туренова, Е. Ю. Данилюк; Нац. исслед. Томский гос. ун-т. – Томск: Издательство Томского государственного университета, 2022. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/koha:000901749>

– ...

13. Перечень информационных технологий

а) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Богданов Александр Леонидович, канд. техн. наук, доцент, ИЭМ ТГУ, зав. кафедрой Информационных технологий и бизнес-аналитики.