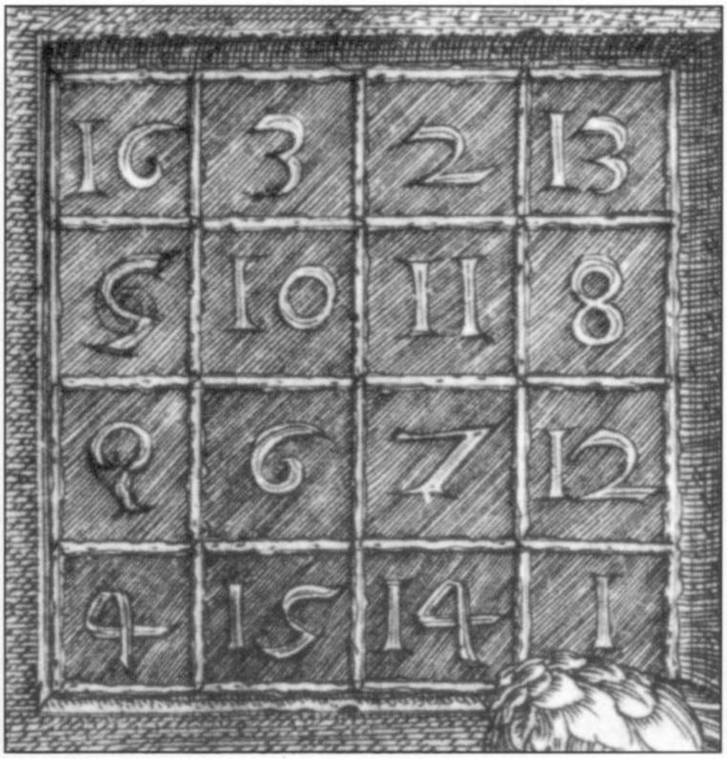
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

О.П.Далевская, О.В. Сильванович

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО РЕАЛИЗАЦИИ КУРСА ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЫ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Методическое пособие



Санкт-Петербург
2015

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

О.П. Далевская, О.В. Сильванович

Учебно-методические материалы по реализации курса линейной алгебры с помощью технологий дистанционного обучения

Методическое пособие

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Санкт-Петербург

2015

О.П. Далевская, О.В. Сильванович. Учебно-методические материалы по реализации курса линейной алгебры с помощью технологий дистанционного обучения. – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 21 с.

Данное пособие содержит описание структуры и содержания электронного курса по линейной алгебре, а также методические рекомендации по работе с курсом

Предназначено для студентов 1-х курсов технических специальностей

Рекомендовано к печати Ученым советом ЕНФ ,3.11.2015, протокол №6

Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО –

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

Аннотация

Электронный курс “Линейная алгебра” предназначен для студентов инженерно-технологического профиля подготовки Университета ИТМО.

Содержание курса определяется рабочей программой модуля “Алгебра и геометрия”, входящей в базовый цикл математических дисциплин. Программа разработана кафедрой высшей математики Университета ИТМО и соответствует требованиям ФГОС ВО 3-его поколения. Текст программы размещен в системе ЦДО Университета ИТМО.

Курс разработан с применением современных информационных и образовательных технологий, что позволяет преподавателям и студентам использовать его для решения широкого спектра образовательных задач.

Электронная оболочка курса была разработана студентами Университета ИТМО Авраменко И. В. и Бонковски П. (факультет КТиУ, гр.Р 3315.)

Работа была выполнена в рамках государственного задания №3407 “Научно-методическое сопровождение реализации Концепции развития математического образования в Российской Федерации в 2015 году” .

1. Цели и задачи курса

Целями курса являются:

- обеспечение учебного процесса в условиях дистанционного обучения (в том числе текущего и рубежного контроля успеваемости),
- улучшение условий самостоятельной работы студента,
- облегчение понимания сложных теоретических понятий, алгоритмов решения задач с помощью информационных технологий.

В задачи курса входит:

- способствовать активному использованию информационных технологий в учебном процессе;
- формирование ряда компетенций выпускника (классификация компетенций согласно[1] http://eidos.ru/journal/2005/1212.htm):
    - Общекультурные. Возможность использовать курс дистанционно в сочетании с грамотно спланированной и

[1] Хуторской А.В. Технология проектирования ключевых и предметных компетенций- интернет-журнал "Эйдос" (Центр дистанционного образования Эйдос")

контролируемой преподавателем самостоятельной работой студента (СРС) позволяет развить у студентов способность к эффективной организации времени. Изучение материалов курса повышает общую и математическую культуру, способствует формированию научной картины мира.

- Учебно-познавательные.

При активном использовании курса в СРС студент развивает способности к самостоятельной познавательной деятельности и учится:

1. ставить цели,
2. планировать и анализировать свою деятельность.
3. оценивать результаты своей деятельности.

- Информационные компетенции.

Использование электронного курса в учебном процессе предполагает наличие у студента элементарной информационной и компьютерной грамотности. В процессе работы с курсом развиваются и закрепляются навыки деятельности по отношению к учебной информации, владение современными информационными средствами и технологиями.

- Компетенции личного самосовершенствования.

Интерактивность курса и использование различных средств визуализации, облегчающие восприятие и понимание учебного материала, а также включение в курс сведений из истории математики и научно-популярного содержания призваны повысить мотивацию студентов к обучению и способствовать формированию культуры мышления и интеллектуальному саморазвитию студентов.

Так как курс линейной алгебры является частью базового цикла математических дисциплин, он направлен на формирование профессиональных компетенций (согласно образовательным стандартам Университета ИТМО), указанных в актуальных рабочих программах модуля “Алгебра и геометрия” для направлений подготовки бакалавриата инженерно-технологического профиля.

2. Структура и содержание электронного курса "Линейная алгебра"

Курс “Линейная алгебра” состоит из 5 разделов - см. Рис.1.:

- **“Теория”**
- **“Практика”**
- **“Тест”**
- **“Дополнительно”**
- **“Библиотека”**

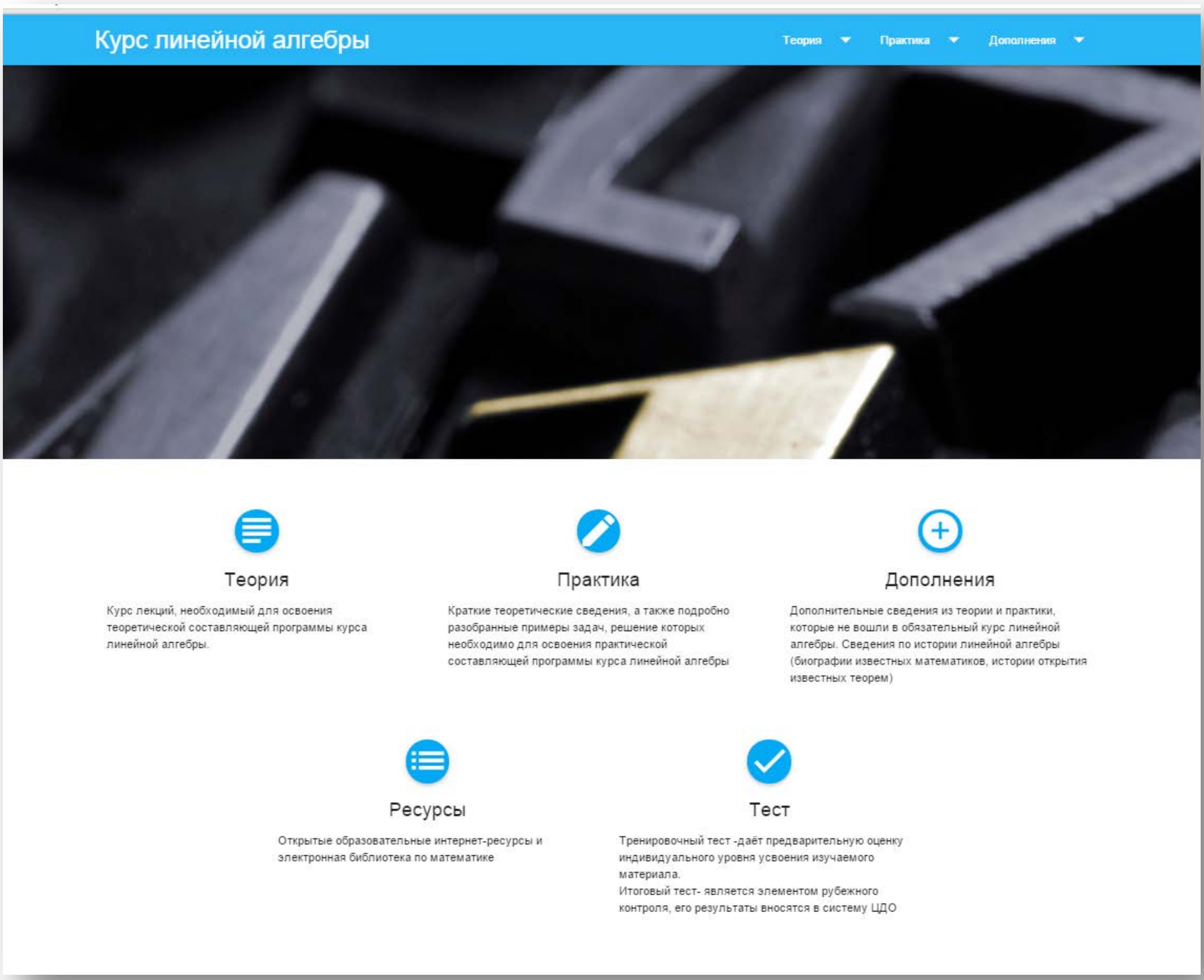


Рис.1. Главная страница курса "Линейная алгебра"

Теория

Этот раздел представляет собой курс из 8 лекций, порядок и содержание которых соответствует рабочей программе модуля “Алгебра и геометрия”- см. Рис.2. Раздел "Теория" написан в стиле электронного конспекта.

<u>Содержание лекций из раздела "Теория":</u>

Лекция 1.

1.1.Числовые множества. Комплексные числа.

1.2. Многочлены с вещественными коэффициентами. Разложение на множители.

Лекция 2.

2.1. N-мерное пространство арифметических векторов (определение, свойства). 2.2.Матрицы. Линейные операции над матрицами и их свойства.

2.3.Умножение матриц.

2.4.Транспонирование матриц.

Лекция 3.

3.1. Определители. Определители 2-го и 3-го порядков. Определители n-го порядка.

3.2. Миноры и их алгебраические дополнения.

3.3.Вычисление определителей.

3.4. Понятие обратной матрицы. Теорема о существовании и виде обратной матрицы (метод присоединенной матрицы).

Лекция 4.

4.1. Элементарные преобразования матриц. Эквивалентные матрицы.

4.2. Получение обратной матрицы с помощью элементарных преобразований. Линейная зависимость и независимость арифметических векторов.

4.3. Ранг матрицы. Ранг ступенчатой матрицы. Теорема о базисном миноре.

Лекция 5.

5.1.Системы линейных уравнений. Основные понятия.

5.2. Методы решения систем линейных уравнений.

5.2.1. Метод Крамера.

5.2.2. Решение систем с помощью обратной матрицы.

5.2.3. Метод Гаусса. Теорема Кронекера-Капелли.

Лекция 6.

6.1. Однородные системы линейных уравнений. Структура общего решения

линейной однородной системы. Фундаментальная система решений. Теорема о виде общего решения линейной неоднородной системы.

Лекция 7.
7.1. Линейные пространства. Базис линейного пространства.
7.2. Линейный оператор: определение, действия над линейным оператором.
7.3. Ортогональный оператор и замена базиса. Преобразование координат. Изменение матрицы линейного оператора при переходе к новому базису.
7.4. Сопряжённый и самосопряжённый оператор: определение, свойства.
Лекция 8.
8.1. Собственный вектор и собственное число матрицы линейного оператора. Квадратичные формы и приведение их к каноническому виду.
8.2. Геометрические приложения теории квадратичных форм в пространствах R^2 и R^3.

Материал лекций знакомит студентов <u>с основными понятиями и методами</u> линейной алгебры (см. Рис.3.):

- вектор,
- матрица,
- определитель,
- система линейных алгебраических уравнений,
- методы Крамера, Гаусса и др.

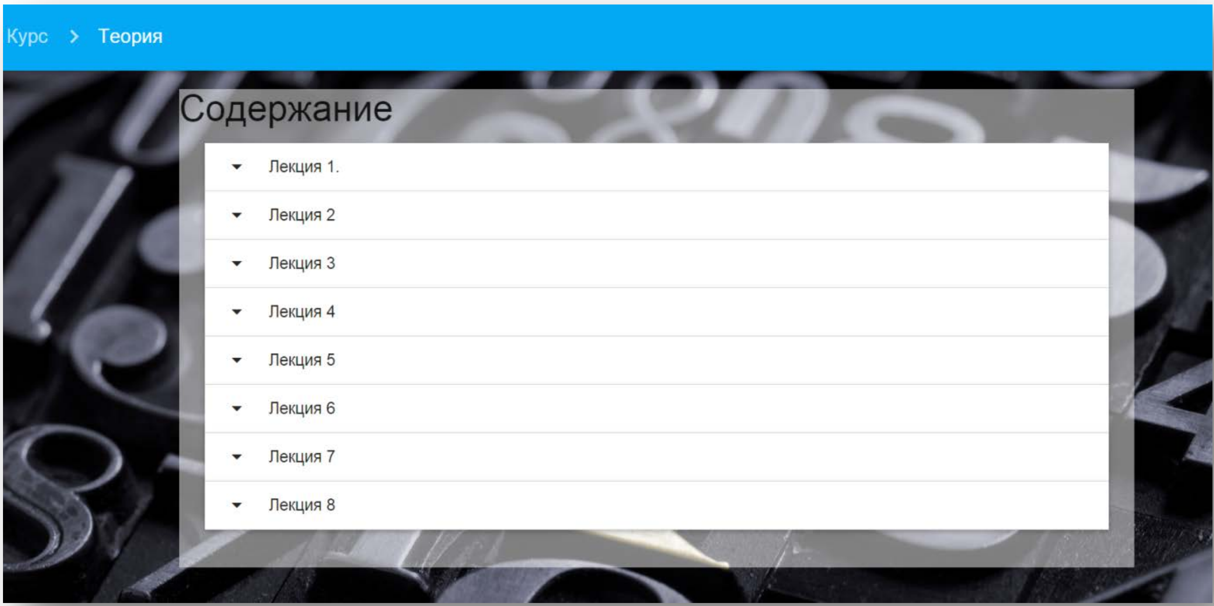


Рис.2. Раздел "Теория", состоит из 8 лекций.

Определение: Каждой квадратной матрице A порядка n ствится в соответствие число, называемое *определеителем n-го порядка (или детерминантом)* матрицы A, обозначаемое Δ, $detA$, $|A|$, $\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{vmatrix}$ и вычисляется по формуле:

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{vmatrix} = |A| = detA = \sum_{(\alpha_1, \alpha_2, \dots \alpha_n)} (-1)^{P(\alpha_1, \alpha_2, \dots \alpha_n)} \cdot a_{1\alpha_1} \cdot a_{2\alpha_2} \cdot \dots \cdot a_{n\alpha_n}$$

Рис.3. Лекция 3. "Определители n-го порядка. ... Вычисление определителей"

В лекциях приводятся доказательства свойств и основных теорем, сопровождаемых примерами и иллюстрациями (в том числе анимированными) - см. Рис.4.

Материал всего курса является взаимосвязанным: разделы "Теория", "Практика", "Дополнительно" связаны между собой гиперссылками на соответствующие параграфы, а также на информационные источники в разделе “Библиотека”.

Практика

Этот раздел содержит:

1. Краткую теоретическую справку по всем темам курса линейной алгебры:
   - определения понятий и их свойства,
   - основные методы и алгоритмы решения задач;
2. Практическое руководство по всем темам курса линейной алгебры:
   - большое количество иллюстрирующих примеров (в том числе с использованием анимации),
   - примеры решения задач,
   - задания для самопроверки

Материал в разделе "Практика" представлен в виде презентации. Такой вид представления материала является наиболее удобным для практических занятий и легко может быть использован любым преподавателем на занятии. Слайды содержат активные цветные кнопки (Определение, пример и др.) и - см. Рис.5 и Рис.6:

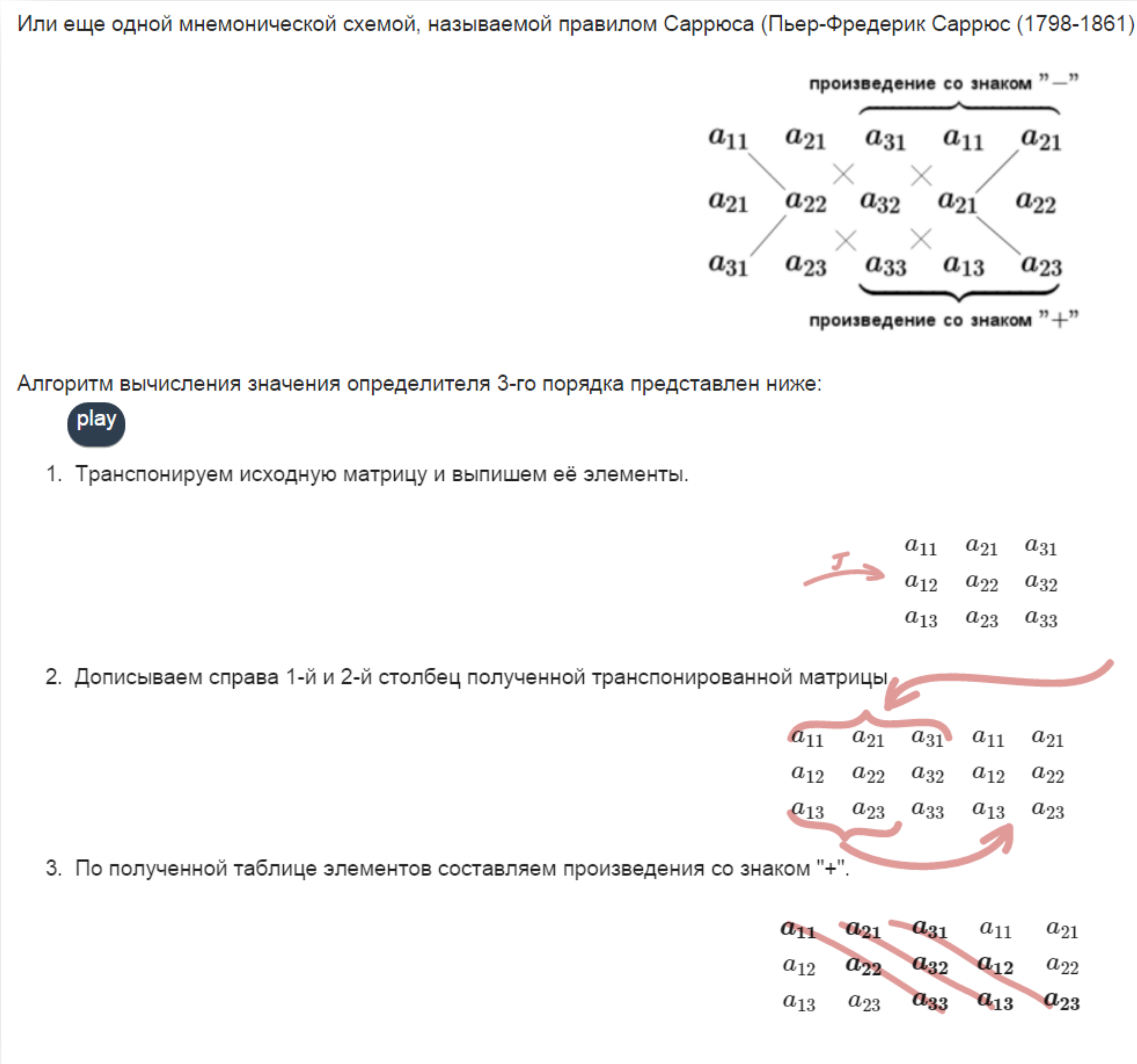


Рис.4. Анимированный алгоритм вычисления определителя 3-го порядка по правилу Саррюса. Для начала анимации необходимо нажать на кнопку **"play".**

Тест

Этот раздел содержит 2 типа тестов: тренировочный и итоговый.

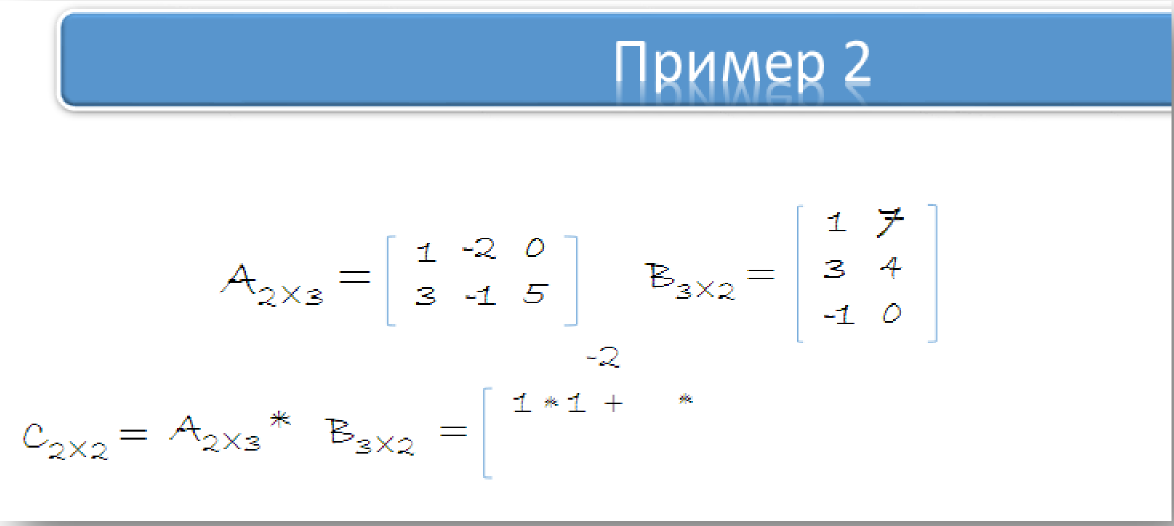


Рис.5. Анимированный пример на умножение матриц

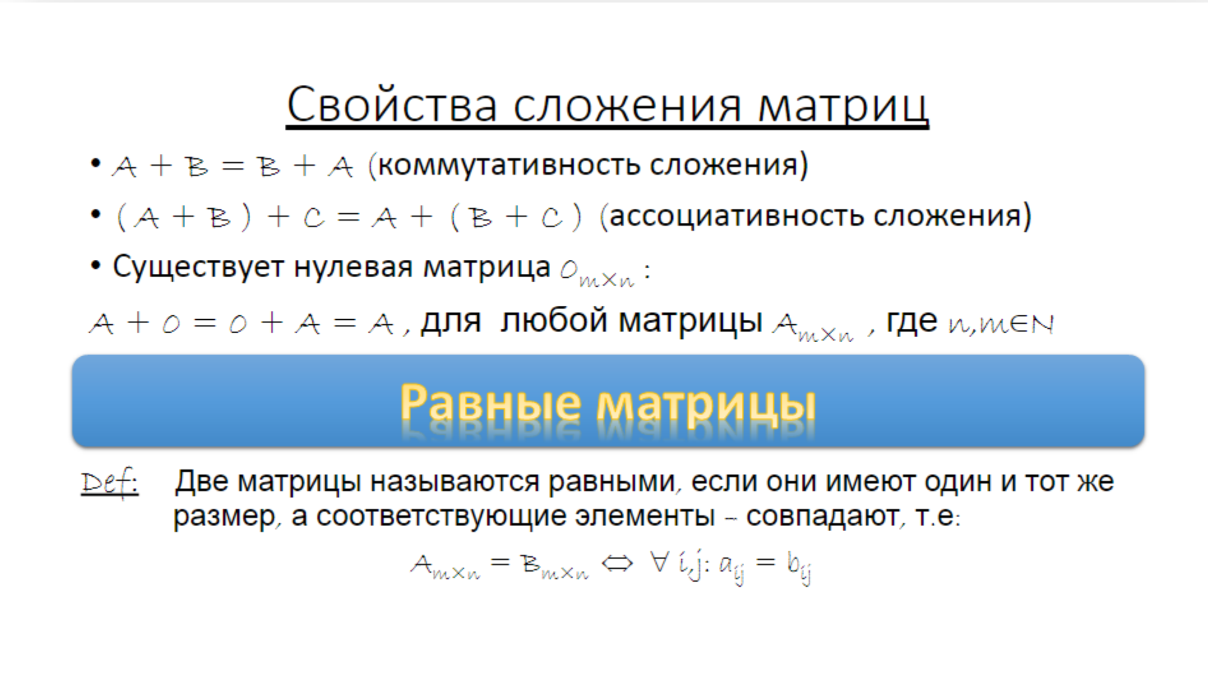


Рис.5. Анимированное определение равных матриц

<u>Тренировочный тест -</u> решает две методические задачи:

- служит для самостоятельной проверки студентами уровня усвоения материала,

- может использоваться преподавателями для текущего контроля знаний.

<u>Итоговый тест</u> - при включении в систему ЦДО Университета ИТМО может использоваться для рубежного контроля по данному модулю. В него включены задания разных типов:

- требующие алгоритмического решения - см.Рис.6.

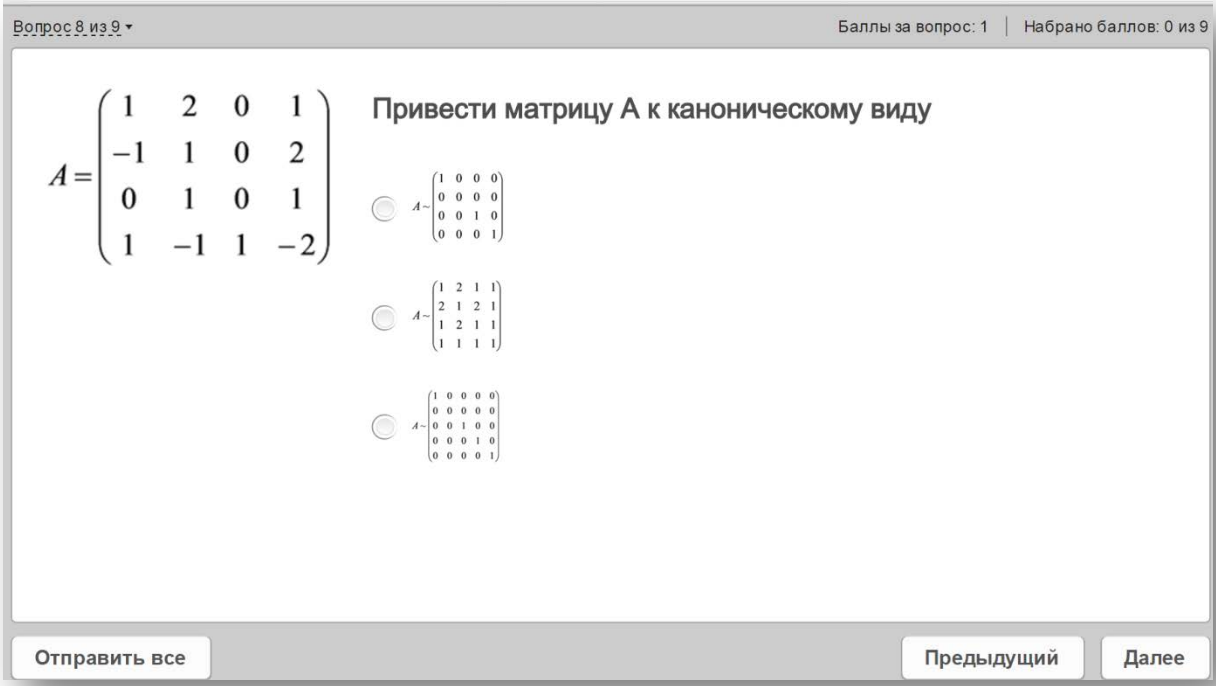


Рис.6. Вопрос, требующий алгоритмического решения

- с выбором ответа - см. Рис.7,
- проверяющие знание теоретических основ и требующие аналитического рассуждения - см. Рис.8

После прохождения теста выдаётся его краткий результат - см. Рис.9.

Если необходимо, то можно раскрыть в левом верхнем углу вкладку "Подробные результаты" и увидеть их в виде сводной таблицы по всему тесту - см. Рис.10.

Если нажать на кнопку "Подробные результаты" в правом нижнем углу, то появятся результаты последовательно по всем вопросам теста - Рис. 11

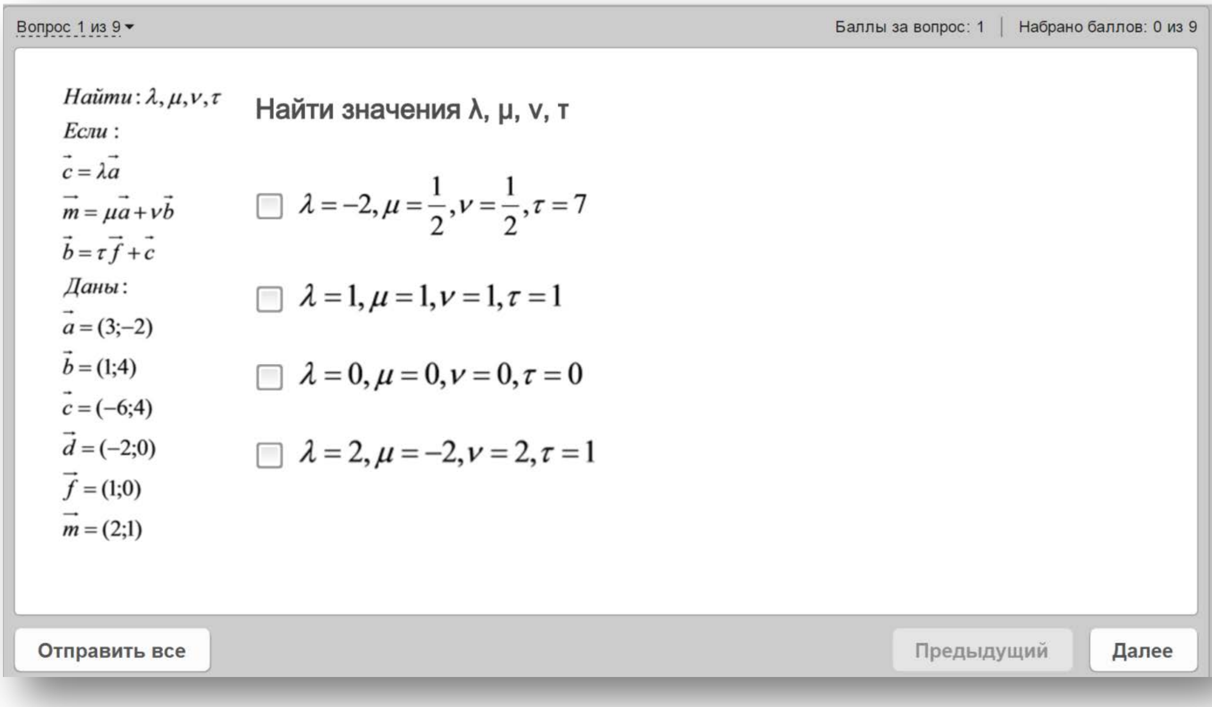


Рис.7. Вопрос с выбором ответа

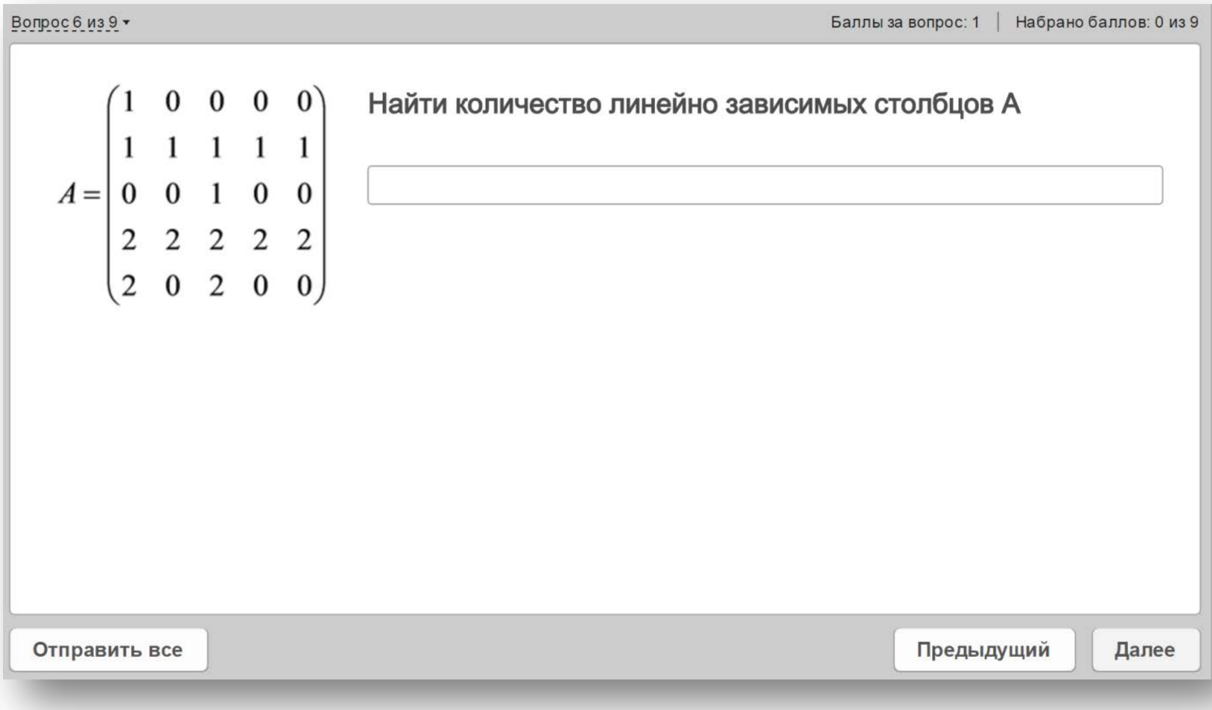


Рис.8. Вопрос, требующий знание теоретических основ и аналитических рассуждений

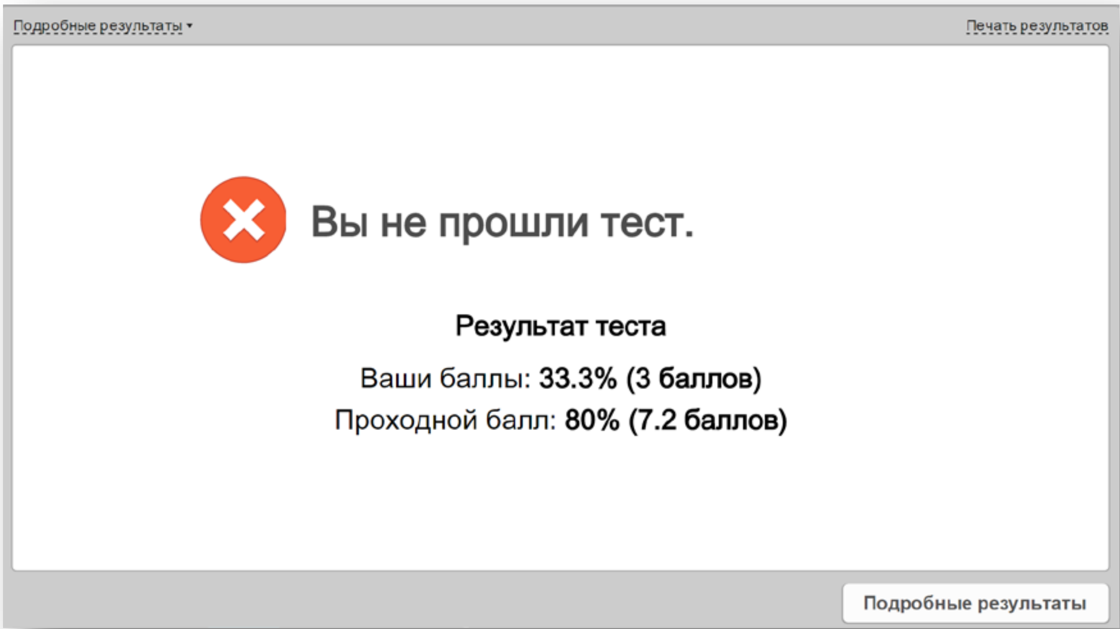
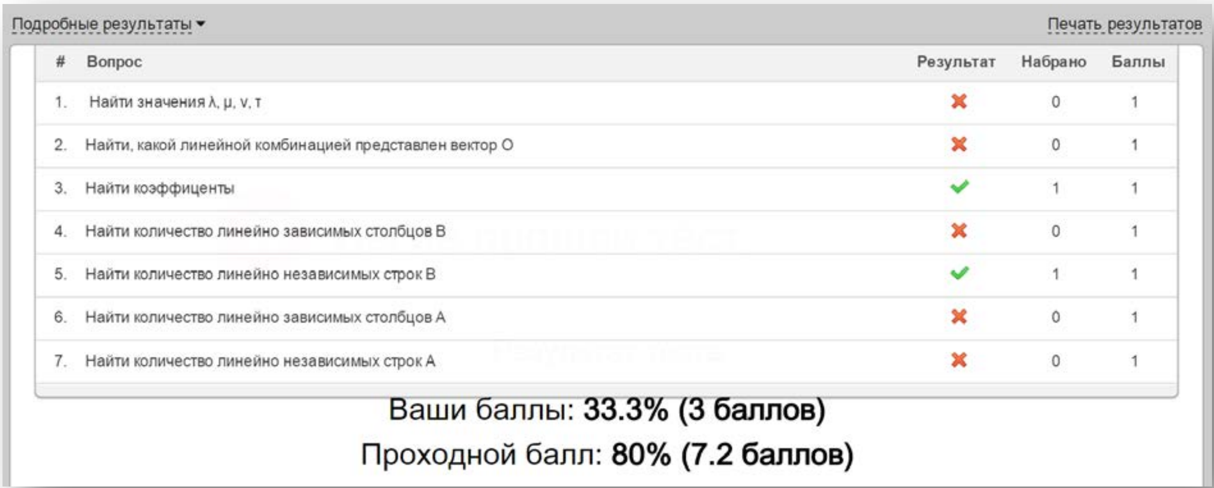


Рис.9. Краткие результаты тренировочного теста.



#	Вопрос	Результат	Набрано	Баллы
1.	Найти значения λ, μ, ν, τ	✗	0	1
2.	Найти, какой линейной комбинацией представлен вектор О	✗	0	1
3.	Найти коэффиценты	✓	1	1
4.	Найти количество линейно зависимых столбцов В	✗	0	1
5.	Найти количество линейно независимых строк В	✓	1	1
6.	Найти количество линейно зависимых столбцов А	✗	0	1
7.	Найти количество линейно независимых строк А	✗	0	1

Рис.10. Подробные результаты по тесту в целом

Если в правом верхнем углу раскрыть вкладку "Печать результатов",то появится подготовленный для печати файл - см. Рис.12.

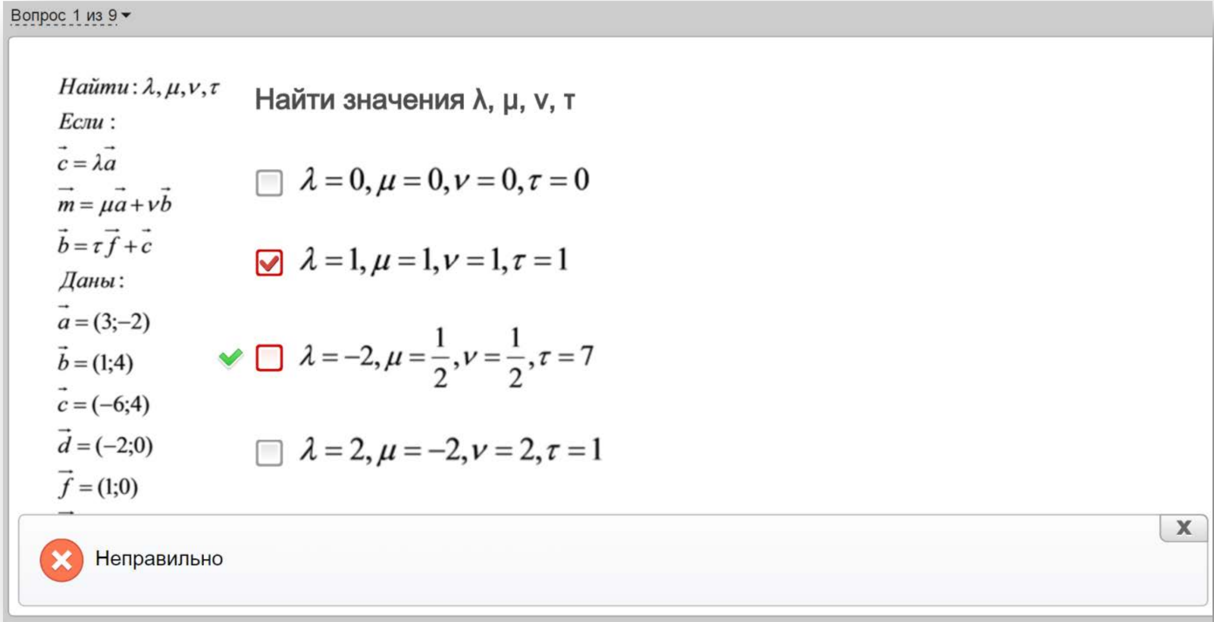
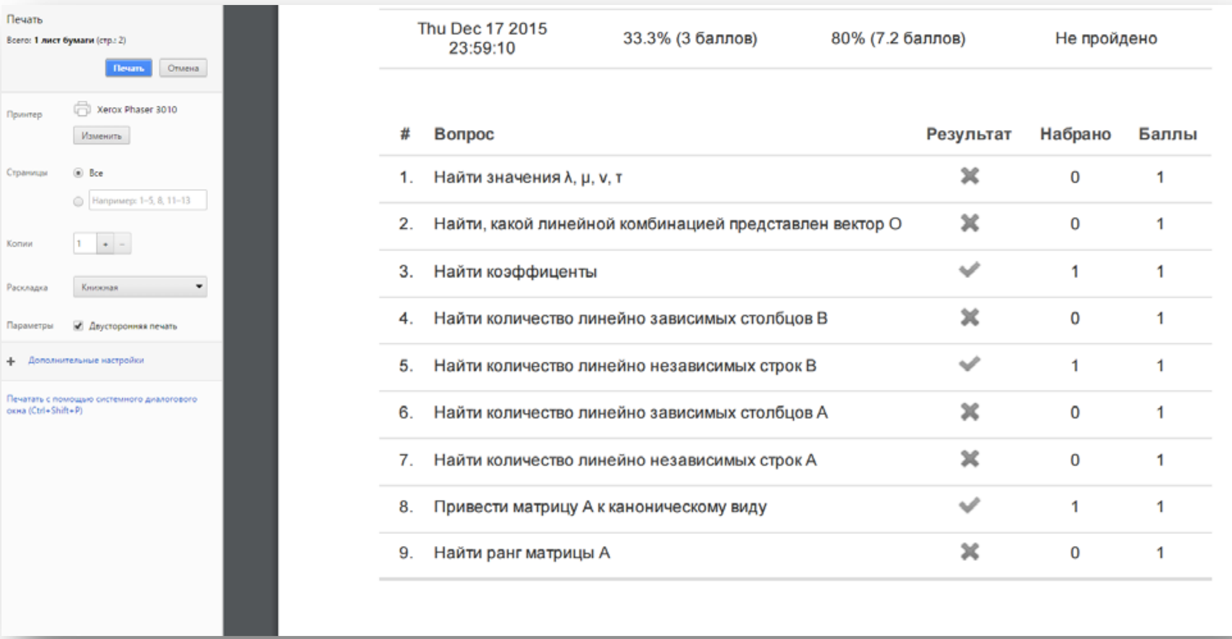


Рис.11. Подробные результаты по отдельному вопросу.



#	Вопрос	Результат	Набрано	Баллы
1.	Найти значения λ, μ, ν, τ	✖	0	1
2.	Найти, какой линейной комбинацией представлен вектор O	✖	0	1
3.	Найти коэффиценты	✔	1	1
4.	Найти количество линейно зависимых столбцов B	✖	0	1
5.	Найти количество линейно независимых строк B	✔	1	1
6.	Найти количество линейно зависимых столбцов A	✖	0	1
7.	Найти количество линейно независимых строк A	✖	0	1
8.	Привести матрицу A к каноническому виду	✔	1	1
9.	Найти ранг матрицы A	✖	0	1

Рис. 12. Результаты теста - вариант для печати

Материалы этого раздела поделены на 3 категории:

- <u>теоретический материал</u> - включает теорию, которая не входит в основную программу курса, но необходима студентам, желающим более полно и глубоко ознакомиться с данным разделом математики.

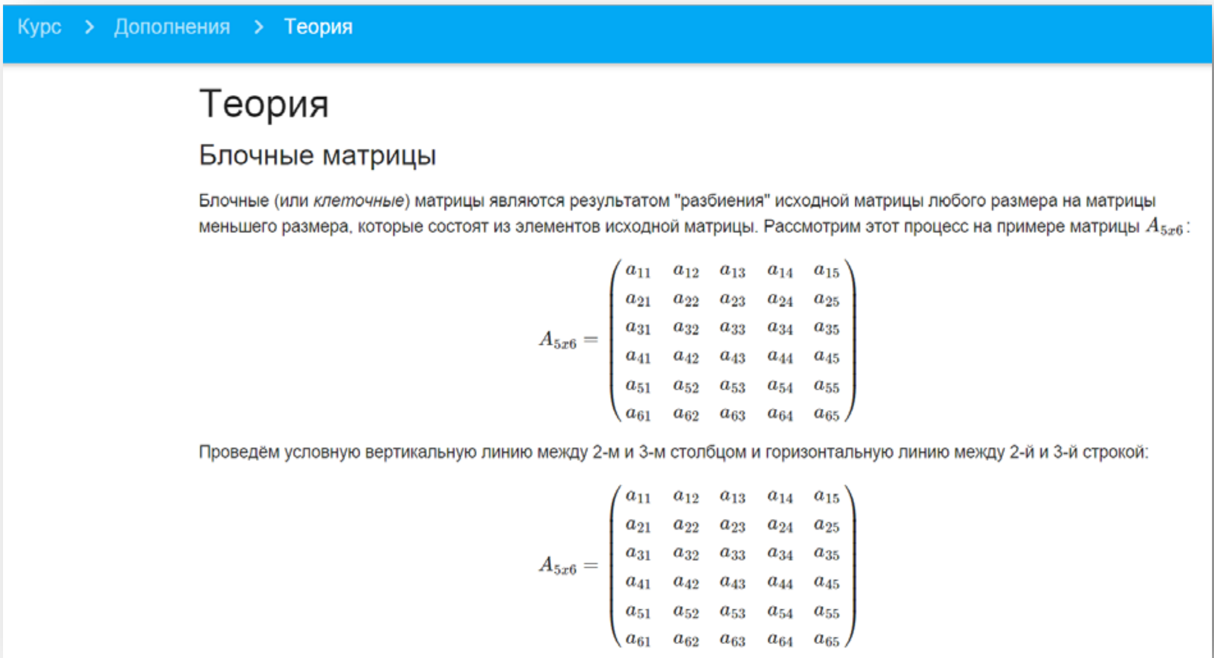
<u>Содержание подраздела "Теория" из вкладки "Дополнительно":</u>

1. Матрицы и операции над ними.
1.1. Блочные матрицы
1.2. Прямая сумма матриц
2. Определители *n*- го порядка: определение, свойства.
3. С.Л.А.У с комплексными коэффициентами.
4. Линейные пространства.
5. Линейные подпространства.
6. Евклидовы пространства.
7. Квадратичные формы.
8. Кривые и поверхности 2-го порядка.

Материал в данном подразделе представлен в виде электронного конспекта (аналогично разделу "Теория") - см. Рис.13. Также он содержит и анимационные примеры и определения - они находятся либо в самом конспекте, либо - в смежных разделах (например, в разделе "Практика") - см. Рис.14.

- <u>исторические сведения</u> о предмете линейной алгебры, ее задачах :
  1. история основных для данного раздела математических понятий и теорем - см. Рис.15.
  2. биографии математиков, сделавших вклад в развитие линейной алгебры - см. Рис.16.
- научно-популярные материалы (подраздел "Медиа-файлы"): интерактивные модели, занимательные задачи и др .- см. Рис. 17.

<u>Замечание</u>: необходимо отметить, что представленные здесь видео-файлы находятся в открытом доступе на сайте **http://www.etudes.ru/ru/etudes/radio/**. В будущем, планируется добавить сюда видео-файлы, разработанные студентами Университета ИТМО.



Курс > Дополнения > Теория

Теория

Блочные матрицы

Блочные (или *клеточные*) матрицы являются результатом "разбиения" исходной матрицы любого размера на матрицы меньшего размера, которые состоят из элементов исходной матрицы. Рассмотрим этот процесс на примере матрицы A_{5x6}:

$$A_{5x6} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} & a_{45} \\ a_{51} & a_{52} & a_{53} & a_{54} & a_{55} \\ a_{61} & a_{62} & a_{63} & a_{64} & a_{65} \end{pmatrix}$$

Проведём условную вертикальную линию между 2-м и 3-м столбцом и горизонтальную линию между 2-й и 3-й строкой:

$$A_{5x6} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} & a_{45} \\ a_{51} & a_{52} & a_{53} & a_{54} & a_{55} \\ a_{61} & a_{62} & a_{63} & a_{64} & a_{65} \end{pmatrix}$$

Рис.13. Теоретический материал из раздела "Дополнительно"

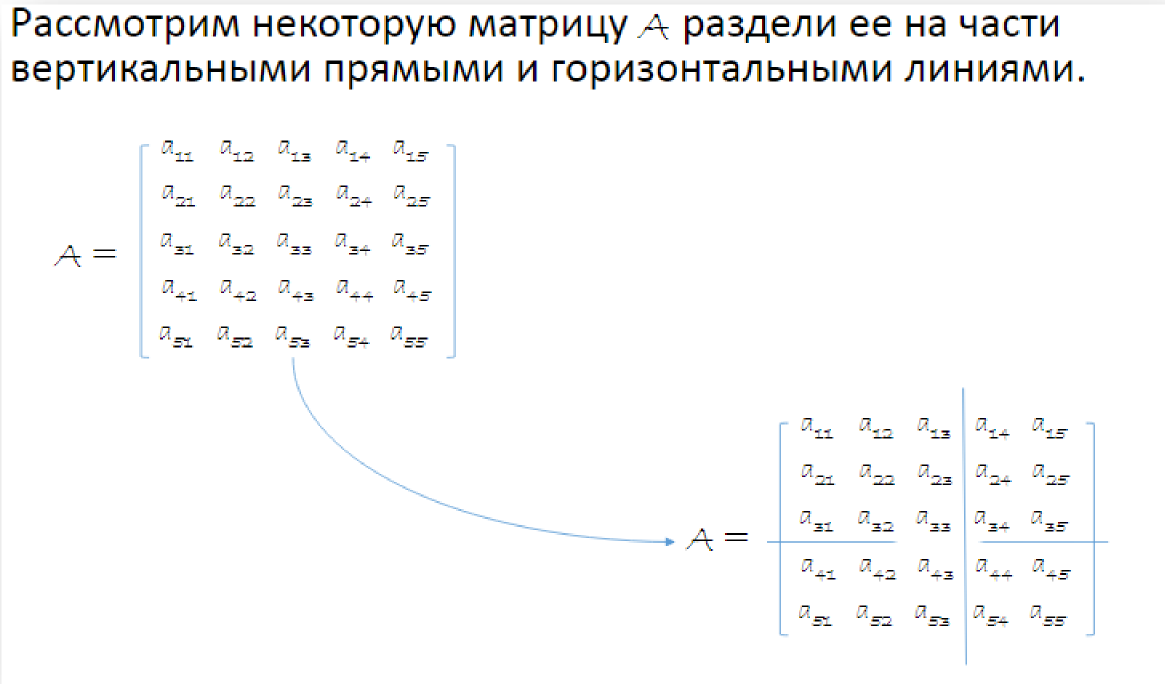


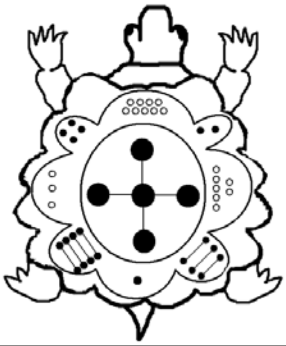
Рис.14. Анимированное определение из раздела "Дополнительно"

Курс > Дополнения > История

История математических понятий

Матрица.

Первые упоминания о матрице как об упорядоченной таблице чисел относятся к Древнему Китаю - она называлась "магическим квадратом Ло Шу". Согласно китайскому учению Фэн-Шуй, цвет, форма, физическое расположение каждого элемента в пространстве влияет на поток Ци (Ци - это энергия или жизненная сила) - замедляя, ускоряя или изменяя направление этого потока. Согласно легенде, более 4000 лет назад, во время приношения жертвы реке Ло, из её бурных вод вышла огромная черепаха Шу. Люди увидели её и сразу признали божеством - на панцире черепахи был странный узор из точек. Узор заметил император Юй, который был известен тем, что умел справляться с наводнениями. Точки на панцире изображали числа в квадрате:



4	9	2
3	5	7
8	1	6

Рис.15. История понятия "Матрица"

Курс > Дополнения > Биографии математиков

Биографии математиков

Габриэль Крамер (31.07.1704 - 04.01.1752)

Родился в г. Женева (Швейцария) в семье франкоязычного врача. С раннего возраста показал большие способности в области математики. В 18 лет защитил диссертацию. В 20-летнем возрасте Крамер выставил свою кандидатуру на вакантную должность преподавателя на кафедре философии Женевского университета. Кандидатур было три, все произвели хорошее впечатление, и магистрат принял соломоново решение:

Рис.16. Биографии известных математиков

<u>Содержание подраздела "Медиа-файлы":</u>

Видео-файлы:

1. *Ажурная башня .*

Описание видео-файла: представлено описание постройки телевизионной Шаболовской башни в г. Москва (1919-1921), особенностью которой является её поверхность - в форме однополостного гиперболоида. Её автор -великий русский инженер В.Г. Шухов

2. Синусоида, цилиндр и колбаса.

Описание видео-файла: Представлен наглядный способ получения синусоиды с помощью ножа и палки колбасы в форме цилиндра.

3. Параболическая антенна.

Описание видео-файла: в этом видео-файле даётся ответ на вопрос: "Почему спутниковые тарелки имеют форму параболоида?"

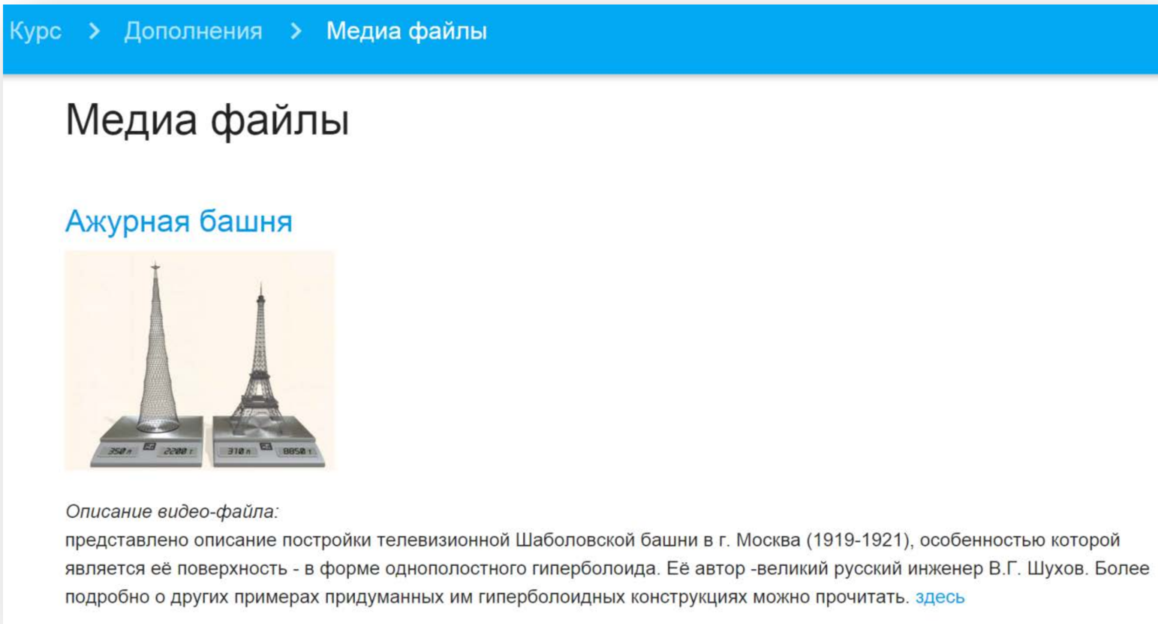


Рис.17. Пример видео-файла о конструкции и постройке Шаболовской радиобашни в г. Москва (1919-1921).

Ресурсы Этот раздел включает ссылки на информационные ресурсы Университета ИТМО (библиотека ИТМО, ЭБС “Лань”) и другие источники информации, использованные при создании курса , а также те, которые могут оказаться полезными при его изучении.

3. Использование курса в учебном процессе

В качестве источника информации и учебно-методического пособия курс может быть использован преподавателями и студентами в аудиторной и внеаудиторной работе.

I. *Аудиторная работа.* Оформление материалов курса в виде презентационных слайдов позволяет использовать их во время лекционных занятий . Для этого необходимо наличие в аудитории соответствующего технического оборудования (проектор, интерактивная доска). Работа с материалами курса на практических и семинарских занятиях возможна при наличии у студентов доступа к электронному курсу (компьютерный класс, личные электронные устройства, свободная сеть Wi-Fi).

II. *Дистанционное обучение.* При дистанционном обучении курс может служить как вспомогательным учебным пособием, так и основным (при отсутствии у студента возможности посещать аудиторные занятия, например, по причине болезни). Наличие в курсе всех необходимых теоретических сведений из курса линейной алгебры , а также руководство по решению задач, <u>позволяет студенту самостоятельно</u> оценивать уровень своих знаний при прохождении курса. При этом он имеет возможность повторить материал в любое удобное для него время.

Разнообразные по форме и содержанию материалы курса могут быть использованы во многих видах и формах учебной работы:

- <u>Проблемная и информационная лекции</u> : использование теоретического материала (например, с целью экономии времени), визуализация методов и понятий;
- <u>Практические занятия</u> - визуализация методов решения типовых задач, выполнение электронных тестов в качестве проверочной работы;;
- <u>Исследовательский семинар</u> - решение практико-ориентированных и междисциплинарных задач (материалы курса);
- <u>Лабораторные работы</u> - использование заданий курса для выполнения лабораторных работ с использованием математических пакетов и применением численных методов;
  - <u>СРС</u> - изучение теоретического материала, решение задач, выполнение лабораторных работ и рефератов по материалам курса, прохождение контроля;
  - <u>Факультативные занятия</u> - изучение дополнительных разделов линейной алгебры, решение исследовательских задач, выполнение проектов.

Миссия университета – генерация передовых знаний, внедрение инновационных разработок и подготовка элитных кадров, способных действовать в условиях быстро меняющегося мира и обеспечивать опережающее развитие науки, технологий и других областей для содействия решению актуальных задач.

КАФЕДРА ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

Кафедра высшей математики (ВМ) была организована в 1931 году. Первым заведующим кафедрой был профессор Г.Д. Гродский. С конца 1936 года кафедрой ВМ заведовал профессор И.П. Натансон, известный специалист по теории функций действительной переменной. В 1944 году заведующим кафедрой ВМ становится профессор В.А. Тартаковский (1901-1973), замечательный математик и педагог. Владимир Абрамович Тартаковский является одним из крупнейших советских алгебраистов. Им получены пользующиеся мировой известностью результаты по проблеме тождества в теории бесконечных групп. Известность получили также его работы по использованию теоретико-числовых методов в теории изгибания поверхностей, теории диофантовых уравнений.
Обладая исключительной энергией, В.А. Тартаковский уделял много внимания научной и общественной работе. Ещё в тридцатые годы он в составе комиссии Наркомпроса участвовал в разработке программы по математике для средней школы. В течение долгого времени был членом президиума учебно-методического совета при Министерстве высшего и среднего специального образования СССР, входил в комиссию по реформе математического образования в стране. Был одним из инициаторов проведения среди школьников Ленинграда первой математической олимпиады. В.А. Тартаковский участвовал в организации Ленинградского отделения математического института им. В.А. Стеклова и был первым его директором.
В разное время на кафедре ВМ преподавали академик В.И. Смирнов, член-корреспонпент АН АН СССР Д.К. Фаддеев, проф. И.С. Соминский, проф. Ф.И. Харшиладзе, проф. А.Ф. Андреев, проф. Ю.В. Аленицын, проф. И.А. Молотков. В 1979 году кафедру возглавил доктор технических наук, профессор В.Г. Дегтярёв, специалист по теории устойчивости и теории движения космических аппаратов. С 1997 года кафедрой руководит доктор

физико-математических наук, профессор И.Ю. Попов, в область научных интересов которого входят теория рассеяния, теория операторов, моделирование сложных физических систем.

Кафедра ВМ осуществляет обучение студентов всех специальностей университета по дисциплине “Высшая математика” и читает ряд специальных дисциплин математического цикла. Кафедра ведет подготовку бакалавров и магистров по направлению “Прикладная математика и информатика”. Кафедра ВМ является самой большой кафедрой в университете по числу преподавателей. Среди её сотрудников 7 докторов и 19 кандидатов наук. Преподаватели кафедры активно участвуют как в фундаментальных исследованиях по математике и теоретической физике, так и в прикладных научно-технических исследованиях, принимают активное участие в работе российских и международных научных конференций, выступают с докладами и преподают за рубежом. За последние 5 лет сотрудниками кафедры опубликовано более 300 работ в отечественных и зарубежных научных изданиях. Областью научных интересов профессора А.Г.Петрашеня является теория взаимодействия излучения с веществом, оптика и спектроскопия. Профессор В.П. Смирнов – специалист по теории твёрдого тела и применению теории групп в квантовой механике. Профессор Жук В.В. – один из ведущих в мире ученых в области дифференциальных уравнений. Профессор В.Ю. Тертычный занимается теорией оптимального управления механическими системами. Профессор Уздин В.М. является известным специалистом в физике магнитных наносистем. Профессор Мирошниченко Г.П. активно занимается изучением взаимодействия излучения с веществом.

Далевская О.П.,Сильванович О.В.

Учебно-методические материалы по реализации курса линейной алгебры с помощью технологий дистанционного обучения.

Методическое пособие

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО Н.Ф. Гусарова

Подписано к печати

Заказ №

Тираж 50 экз.

Отпечатано на ризографе

Редакционно-издательский отдел
Университета ИТМО
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49