

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Тверской государственный технический университет»**  
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по учебной работе  
\_\_\_\_\_ Э.Ю. Майкова  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»  
**«Линейная алгебра и аналитическая геометрия»**

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Типы задач профессиональной деятельности: проектный; научно-исследовательский

Форма обучения – очная

Факультет информационных технологий  
Кафедра «Информатики и прикладной математики»

Тверь 20\_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки специалистов в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: доцент кафедры ИПМ

Н.А. Стукалова

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ИПМ  
«\_\_» \_\_\_\_\_, протокол № \_\_.

Заведующий кафедрой

Е.Е. Фомина

Согласовано:  
Начальник учебно-методического  
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела  
комплектования  
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

## 1. Цель и задачи дисциплины

**Целью** изучения дисциплины «*Линейная алгебра и аналитическая геометрия*» является развитие способностей к логическому мышлению, исследованию и решению различных задач, выработка умения анализировать полученные результаты, навыков самостоятельного изучения литературы по математике и ее приложениям.

**Задачами дисциплины** являются изучение основных понятий и методов линейной алгебры и аналитической геометрии и их приложений; формирование правильного научного подхода к решению различных задач; развитие навыков абстрактного логического мышления; выработка умения анализировать полученные результаты; выработка навыков самостоятельного изучения литературы по дисциплине и ее приложениям.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 ОП ВО. Для освоения дисциплины «*Линейная алгебра и аналитическая геометрия*» студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в ходе изучения математики в процессе довузовского обучения. Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин, сопряженных с профессиональными стандартами и профильной направленностью.

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы для изучения «Теория функций комплексного переменного», «Электродинамика», «Спецглавы математики».

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине.

### 3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

#### **Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:**

**ОПК-1.** *Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики*

#### **Индикаторы компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:**

**ИОПК-1.2.** *Использует знания физики и математики при решении практически задач.*

#### **Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

##### **Знать:**

31. Основные термины и понятия линейной алгебры и аналитической геометрии.

32. Приложения линейной алгебры и аналитической геометрии.

##### **Уметь:**

У1. Производить основные операции над матрицами. Вычислять определители. Исследовать и решать системы линейных уравнений,

У2. Проводить основные операции над векторами в координатах. Применять формулы для вычисления расстояний, углов, площадей и объемов различных фигур.

У3. Применять системный подход и методы линейной алгебры и аналитической геометрии в решении задач.

### 3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий, практических занятий.

### 4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	2	72
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		45
В том числе:		
Лекции		15
Практические занятия (ПЗ)		30
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		27
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям и тестам		17
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		10
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		0

### 5. Структура и содержание дисциплины

#### 5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1	Матрицы и определители.	10	2	4	-	4
2	Системы линейных уравнений.	10	2	4	-	4
3	Векторы и операции над ними.	10	2	4	-	4
4	Элементы аналитической геометрии.	20	4	8	-	8
5	Линейные пространства.	9	2	4	-	3
6	Квадратичные формы.	13	3	6	-	4
<i>Всего на дисциплину</i>		<b>72</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	-	<b>27</b>

## 5.2. Содержание дисциплины

### **МОДУЛЬ 1 «Матрицы и определители»**

Основные сведения о матрицах. Умножение матрицы на число. Сложение и умножение матриц. Возведение матрицы в целую положительную степень. Транспонирование матриц. Введение определителя. Свойства определителей. Вычисление определителей. Существование обратной матрицы и её вычисление. Ранг матрицы.

### **МОДУЛЬ 2 «Системы линейных уравнений»**

Общие понятия систем линейных уравнений. Нахождение единственного решения систем линейных уравнений. Общий подход к решению систем уравнений.

### **МОДУЛЬ 3 «Векторы и операции над ними»**

Двумерное, трёхмерное, многомерное пространство. Линейные операции над векторами. Коллинеарные и компланарные векторы. Скалярное произведение. Векторное произведение. Смешанное произведение

### **МОДУЛЬ 4 «Элементы аналитической геометрии»**

Прямые линии на плоскости. Уравнение плоскости и прямой в пространстве. Линии и поверхности второго порядка.

### **МОДУЛЬ 5 «Линейные пространства»**

Понятие линейного векторного пространства. Вектор в n-мерном пространстве. Линейная зависимость и независимость векторов. Размерность и базис векторного пространства. Переход к новому базису. Линейные подпространства.

### **МОДУЛЬ 6 «Квадратичные формы»**

Понятие квадратичной формы. Связь между квадратичной формой и линейным оператором. Приведение квадратичной формы к каноническому виду. Положительно-определённые формы, отрицательно-определённые формы. Критерий Сильвестра.

## 5.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрены.

## 5.4. Практические занятия.

Таблица 3. Тематика практических занятий, семинаров и их трудоемкость

№ пп.	Порядковый номер модуля. Цели практических работ	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Труд-ть в часах
1.	Модуль 1 Цель: изучение основных матричных операций	Транспонирование матриц Расчет суммы, произведения матрицы на число, произведения матриц, возведение в степень Вычисление определителя Алгебраическое дополнение Нахождение обратной матрицы Определение ранга матрицы	4

№ пп.	Порядковый номер модуля. Цели практических работ	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Труд-ть в часах
2.	<b>Модуль 2</b> Цель: изучение методов решения систем линейных уравнений	Решение систем линейных уравнений методом обратной матрицы Решение систем линейных уравнений методом Крамера Решение систем линейных уравнений методом Гаусса	4
3.	<b>Модуль 3</b> Цель: формирование алгебраического подхода к решению задач и изучение методов решения задач векторной алгебры	Линейные операции над векторами. Коллинеарные и компланарные векторы. Скалярное произведение. Векторное произведение. Смешанное произведение.	4
4.	<b>Модуль 4</b> Цель: формирование аналитического подхода к решению геометрических задач и изучение методов аналитической геометрии	Построение уравнения прямой на плоскости (уравнение прямой с угловым коэффициентом, заданной двумя точками, общее уравнение, уравнение прямой в отрезках) Вычисления угла между прямыми Условия параллельности и перпендикулярности прямых Расстояние от точки до прямой Уравнение плоскости, взаимное расположение двух плоскостей Общее уравнение прямой в пространстве Взаимное расположение двух прямых в пространстве, расположение прямой и плоскости	8
5.	<b>Модуль 5</b> Цель: формирование алгебраического подхода к решению задач и изучение методов решения задач векторной алгебры	Сумма, произведение арифметических векторов. Система, подсистема и линейная комбинация векторов. Линейно зависимые и линейно независимые системы векторов. Базис и ранг системы векторов, базис и размерность линейного пространства. Системы линейных однородных уравнений. Тривиальное решение. Существование различного числа решений однородной системы линейных уравнений. Фундаментальная система решений, алгоритм построения фундаментальной системы решений. Преобразование координат вектора при переходе от базиса к базису. Матрица перехода.	4

№ пп.	Порядковый номер модуля. Цели практических работ	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Труд-ть в часах
6.	<b>Модуль 6</b> Цель: изучение основных понятий, связанных квадратичными формами	Линейное преобразование переменных. Эквивалентные квадратичные формы. Канонический вид квадратичной формы. Метод Лагранжа. Метод ортогональных преобразований. Классификация квадратичных форм. Критерий Сильвестра.	6

## 6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль их успеваемости

### 6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

### 6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, к текущему контролю успеваемости и подготовке к зачету.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются задания на практические занятия. Практические занятия охватывают модули 1-6.

В рамках дисциплины выполняется 15 практических работ, которые защищаются устным опросом.

Выполнение всех практических работ обязательно.

В случае невыполнения практической работы по уважительной причине студент должен выполнить пропущенные практические работы в часы, отведенные на консультирование с преподавателем.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

### 7.1. Основная литература по дисциплине

1. Лубягина, Е.Н. Линейная алгебра : учебное пособие для вузов / Е.Н. Лубягина, Е.М. Вечтомов. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-534-10594-0. - URL: <https://urait.ru/book/lineynaya-algebra-495162> . - (ID=134938-0)
2. Ильин, В.А. Линейная алгебра и аналитическая геометрия : учебник для

студентов университетов и техн. вузов по спец. «Математика», «Прикл. математика и информатика» / В.А. Ильин, Г.Д. Ким; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. - 3-е изд. ; доп. и перераб. - Москва : Проспект, 2015. - ЭБС Университетская библиотека онлайн. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-392-16339-7. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=251656&sr=1> . - (ID=113022-0)

3. Потапов, А. П. Линейная алгебра и аналитическая геометрия : учебник и практикум для вузов / А. П. Потапов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 309 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01232-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489949> (дата обращения: 30.09.2022). - (ID=150456-0)

## 7.2. Дополнительная литература

1. Татарников, О.В. Линейная алгебра и линейное программирование. Практикум : учебное пособие для вузов / О.В. Татарников, Л.Г. Бирюкова, Р.В. Сагитов. - Москва : Юрайт, 2022. - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9916-9800-9. - URL: <https://urait.ru/bcode/492014> . - (ID=145453-0)

2. Линейная алгебра и аналитическая геометрия. Опорный конспект : учеб. пособие / В.И. Антонов [и др.]; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. - Москва : Проспект, 2015. - ЭБС Университетская библиотека онлайн. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-392-16893-4. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=251657&sr=1> . - (ID=113021-0)

3. Беклемишев, Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры : учебник для студентов вузов / Д.В. Беклемишев. - 9-е изд. ; испр. - Москва : Высшая школа, 2002. - 375 с. - ISBN 5-9221-0147-1 : 115 р. - (ID=11189-13)

4. Беклемишев, Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры : учебник для физ.-мат. и инж.-физ. спец. вузов / Д.В. Беклемишев. - 6-е изд. ; стер. - Москва : Наука, 1987. - 320 с. - Библиогр. : с. 313 . - Текст : непосредственный. - 80 к. - (ID=57122-272)

5. Беклемишев, Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры : учеб. пособие для вузов / Д.В. Беклемишев. - 4-е изд. ; перераб. - Москва : Наука, 1980. - 236 с. - Текст : непосредственный. - 10 р. 50 к. - (ID=87193-106)

6. Бугров, Я.С. Элементы линейной алгебры и аналитической : учебник для инженерно-технических спец. вузов / Я.С. Бугров, С.М. Никольский. - М. : Физико-математическая литература, 1980. - 176 с. - Текст : непосредственный. - 30 к. - (ID=97943-191)

7. Бирюкова, Л.Г. Линейная алгебра и линейное программирование. Практикум : учебное пособие для вузов / Л.Г. Бирюкова, Р.В. Сагитов; под общей редакцией О.В. Татарникова. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 30.08.2022. - ISBN 978-5-9916-



9800-9. - URL: <https://urait.ru/book/lineynaya-algebra-i-lineynoe-programmirovani-praktikum-492014> . - (ID=145453-0)

8. Пахомова, Е. Г. Линейная алгебра и аналитическая геометрия. Сборник заданий : учебное пособие для вузов / Е. Г. Пахомова, С. В. Рожкова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 110 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08428-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490366> (дата обращения: 30.09.2022). - (ID=150456-0)

9. Елькин, А.Г. Линейная алгебра и аналитическая геометрия : учебное пособие / А.Г. Елькин. - Саратов : Вузовское образование, 2018. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-4487-0325-6. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/77939.html> . - (ID=113022-0)

### 7.3. Методические материалы

1. Линейная алгебра, векторная алгебра, аналитическая геометрия : метод. разработка для студентов первого курса спец. 071900 / сост.: Г.В. Романова, Н.А. Стукалова ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ИПМ. - Тверь : ТвГТУ, 2010. - 60 с. - CD. - Сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - [б. ц.]. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/82603> . - (ID=82603-3)

2. Пиджакова, Л.М. Сборник заданий по математике. Линейная алгебра и основы математического анализа. Ч. 3 / Л.М. Пиджакова, Л.В. Семилетова; Тверской государственный технический университет. - Тверь : ТвГТУ, 2006. - Сервер. - CD. - Текст : электронный. - [б. ц.]. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/61789> . - (ID=61789-2)

3. Пиджакова, Л.М. Сборник заданий по математике. Линейная алгебра и основы математического анализа. Ч. 2 / Л.М. Пиджакова, Л.В. Семилетова; Тверской государственный технический университет. - Тверь : ТвГТУ, 2006. - Сервер. - CD. - Текст : электронный. - [б. ц.]. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/61788> . - (ID=61788-2)

4. Пиджакова, Л.М. Сборник заданий по математике. Линейная алгебра и основы математического анализа. Ч. 1 / Л.М. Пиджакова, Л.В. Семилетова; Тверской государственный технический университет. - Тверь : ТвГТУ, 2006. - Сервер. - CD. - Текст : электронный. - [б. ц.]. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/61787> . - (ID=61787-2)

5. Элементы линейной алгебры. Решение систем линейных уравнений. Аналитическая геометрия на плоскости в пространстве. Дифференциальное исчисление функции одной переменной : метод. указ. и задания к контрольной раб. по высш. математике для самостоят. работы студ. фак. заоч. обучения / сост. М.А. Смирнова ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ИПМ. - Тверь : ТвГТУ, 2005. - Сервер. - CD. - Текст : электронный. - [б. ц.]. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/59045> . - (ID=59045-1)

6. Элементы линейной алгебры. Решение систем линейных уравнений. Аналитическая геометрия на плоскости в пространстве. Дифференциальное исчисление функции одной переменной : метод. указ. и задания к контрольной

раб. по высш. математике для самостоят. работы студ. фак. заоч. обучения / сост. М.А. Смирнова ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ИПМ. - Тверь : ТвГТУ, 2005. - 32 с. - Текст : непосредственный. - 14 р. 60 к. - (ID=58870-86)

7. Элементы линейной, векторной алгебры и аналитической геометрии : учеб. пособие / Л.А. Валяева [и др.]; Тверской гос. техн. ун-т. - 2-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2001. - 80 с. : ил. - ISBN 5-7995-157-8 : 38 р. - (ID=7237-15)

8. Элементы линейной алгебры. Решение систем линейных уравнений. Аналитическая геометрия на плоскости и в пространстве. Дифференциальное исчисление функции одной переменной : метод. указ. и сб. контр. заданий по высш. математике для самост. работы студентов фак. заоч. обучения : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ИПМ ; сост.: Л.В. Жиркова, М.А. Смирнова. - Тверь : ТвГТУ, 1999. - 44 с. - (УМК-М). - Текст : непосредственный. - 11 р. - (ID=3451-13)

#### **7.4. Программное обеспечение по дисциплине**

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

WPS Office: MPL 1.1/GPL 2.0/LGPL 2.1.

Libre Office: MPL 2.0.

LMS Moodle: GPL 3.0.

#### **7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет**

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление) : [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНиПы и др.). Диск 1, 2, 3, 4. - М. :Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. - (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/91570>

## **8. Материально-техническое обеспечение.**

Кафедра «Информатики и прикладной математики» имеет аудитории для проведения лекций и лабораторных занятий по дисциплине; специализированные учебные классы, оснащенные современной компьютерной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы.

В наличии имеются презентационные мультимедийные лекционные курсы по дисциплине, тестирующие программы, разработанные преподавателями кафедры ИПМ и внешними разработчиками.

Для проведения лабораторных работ имеются лаборатории с персональными компьютерами (наличие локальной вычислительной сети необязательно).

## **9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета**

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

2. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Промежуточная аттестация в форме зачета устанавливается преподавателем по результатам текущего контроля знаний и умений обучающегося без дополнительных контрольных испытаний.

При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий, посещения лекций и практических занятий в объеме, соответствующем не менее чем 80% от количества часов, отведенного на контактную работу с преподавателем.

3. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении);

методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного итогового испытания и проставления зачёта.

Задание выполняется письменно.

**Перечень вопросов дополнительного итогового контрольного испытания:**

1. Определение матрицы. Элементы матрицы. Значение индексов элементов. Размерность матрицы.

2. Матрица – строка. Матрица – столбец. Одноэлементная матрица.

3. Квадратная матрица. Главная диагональ. Побочная диагональ.

4. Диагональная матрица. Единичная матрица. Нуль – матрица.
5. Равные матрицы. Транспонированная матрица. Симметрическая матрица.
6. Сумма матриц. Разность матриц. Условие существования суммы и разности матриц.
7. Свойства операции сложения матриц.
8. Произведение матрицы на число. Свойства операции умножения матрицы на число.
9. Произведение матриц. Условие существования произведения матриц.
10. Возведение матрицы в степень.
11. Понятие определителя и обозначения. Определитель первого порядка. Определитель второго порядка.
12. Определитель третьего порядка (формула). Правило треугольников.
13. Минор. Алгебраическое дополнение.
14. Теорема Лапласа. Вид определителя, для которого вычисления по теореме Лапласа упрощаются.
15. Свойства определителей (семь свойств).
16. невырожденная матрица. Обратная матрица. Соотношение, которое выполняется для обратной матрицы.
17. Нахождение обратной матрицы с помощью присоединенной.
18. Элементарные преобразования строк матрицы. Эквивалентные матрицы.
19. Нахождение обратной матрицы с помощью элементарных преобразований.
20. Минор  $k$ -го порядка. Определение ранга матрицы (через миноры).
21. Свойства ранга матрицы. Базисный минор.
22. Алгоритм вычисления ранга матрицы методом окаймления миноров.
23. Теорема об элементарных преобразованиях матрицы. Ступенчатая матрица. Ранг.
24. Алгоритм вычисления ранга матрицы с помощью элементарных преобразований.
25. Линейное уравнение. Понятие системы  $m$  линейных уравнений с  $n$  неизвестными.
26. Решение системы линейных уравнений. Совместные и несовместные системы линейных уравнений.
27. Определенные и неопределенные системы линейных уравнений. Частное и общее решение.
28. Равносильные системы линейных уравнений. Элементарные преобразования систем линейных уравнений. Тривиальные и противоречивые уравнения.
29. Системы  $n$  линейных уравнений с  $n$  неизвестными.
30. Матричный способ решения систем  $n$  линейных уравнений с  $n$  неизвестными.
31. Главный и вспомогательные определители системы. Правило Крамера решения систем  $n$  линейных уравнений с  $n$  неизвестными.

32. Особые случаи при решении систем линейных уравнений по формулам Крамера.

33. Понятие систем  $m$  линейных уравнений с  $n$  неизвестными.

34. Теорема Кронекера-Капелли.

35. Алгоритм метода Гаусса.

36. Матрица полных затрат. Продуктивная матрица.

37. Критерии продуктивности. Чистая продукция.

38. Линейные операции над векторами.

39. Скалярное произведение векторов.

40. Векторное произведение векторов.

41. Смешанное произведение векторов.

42. Определение линейного пространства. Аксиомы линейного пространства.

43.  $n$ -мерный арифметический вектор. Сумма, произведение арифметических векторов.

44.  $n$ -мерное арифметическое векторное пространство.

45. Система, подсистема и линейная комбинация векторов.

46. Линейно зависимые и линейно независимые системы векторов.

47. Базис и ранг системы векторов.

48. Базис и размерность линейного пространства.

49. Преобразование координат вектора при переходе от базиса к базису.

Матрица перехода.

50. Скалярное произведение векторов.

51. Системы линейных однородных уравнений. Тривиальное решение.

52. Существование различного числа решений однородной системы линейных уравнений.

53. Фундаментальная система решений (понятие, две теоремы).

54. Алгоритм построения фундаментальной системы решений.

55. Связь между однородными и соответствующими неоднородными системами линейных уравнений.

56. Оператор, образ, прообраз.

57. Линейный оператор.

58. Матрица линейного оператора.

59. Связь между образом и прообразом.

60. Связь между матрицами линейного оператора в различных базисах.

61. Равные операторы. Действия над операторами.

62. Собственный вектор и собственное значение линейного оператора.

63. Свойства собственных векторов и собственных значений линейного оператора.

64. Характеристический многочлен и характеристическое уравнение линейного оператора.

65. Алгоритм нахождения собственных векторов и собственных значений.

66. Спектр линейного оператора. Оператор с простым спектром.

67. Определение квадратичной формы. Матрица квадратичной формы.

68. Линейное преобразование переменных.
69. Эквивалентные квадратичные формы.
70. Канонический вид квадратичной формы.
71. Классификация квадратичных форм.
72. Критерий Сильвестра.

При промежуточной аттестации с выполнением заданий дополнительного итогового контрольного испытания студенту выдается билет с вопросами и задачами.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 20.

Число вопросов – 3 (2 вопроса для категории «знать» и 1 вопрос для категории «уметь»).

Продолжительность – 60 минут.

4. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

5. Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

ниже базового - 0 балл;

базовый уровень – 1 балла;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 1 балла.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

Пользование различными техническими устройствами не допускается.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

## **9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена**

Учебным планом зачет не предусмотрен.

## **9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы или курсового проекта**

Учебным планом не предусмотрены.

## **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки, которые должны быть опубликованы и размещены на сайте вуза или кафедры.

Студенты, изучающие дисциплину обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических работ и всех видов самостоятельной работы.

#### **11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины**

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами. Форма протокола утверждена Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин, по образовательным программам, соответствующих ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов.

## Приложение 1

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Информатики и прикладной математики»

Дисциплина «Линейная алгебра и аналитическая геометрия»

### ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

Произведение матриц. Условие существования произведения матриц.

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

Пользуясь свойствами определителей и теоремой Лапласа вычислить

определитель матрицы  $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & -4 \\ 2 & -3 & 7 & 10 \\ 3 & 5 & -8 & 0 \\ 1 & 4 & 5 & 3 \end{pmatrix}$ .

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 1 балл:

Найти векторное произведение  $\vec{a} \times \vec{b}$  и синус угла между векторами  $\vec{a}(4, -2, 3)$  и  $\vec{b}(-3, 3, -6)$ .

**Критерии итоговой оценки за зачет:**

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0, или 1.

Составитель: к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Н.А. Стукалова

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Е.Е. Фомина