

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
учреждения образования  
«Полоцкий государственный  
университет»

  
«30» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Регистрационный № \_\_\_\_\_ уч.



## Модуль «Высшая математика»

### Линейная алгебра

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности  
**1-98 01 01 Компьютерная безопасность**  
(по направлениям)  
направление специальности  
**1-98 01 01-01 Компьютерная безопасность**  
(математические методы и программные системы)

Учебная программа составлена на основе учебного плана по специальности 1-98 01 01-01 «Компьютерная безопасность (по направлениям)». Направление специальности 1-98 01 01-01 «Компьютерная безопасность (математические методы и программные системы)». Регистрационный № 21-21/уч. ФКНиЭ от 26.07.2021 г.

#### СОСТАВИТЕЛИ:

КОЗЛОВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ, доцент, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики и компьютерной безопасности учреждения образования «Полоцкий государственный университет»

УСТЮГОВ ВЛАДИСЛАВ ВАЛЕРЬЕВИЧ, ассистент кафедры математики и компьютерной безопасности учреждения образования «Полоцкий государственный университет»

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

СЕРГЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ ШЛАПАКОВ, доцент кафедры геометрии и математического анализа учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова», кандидат физико-математических наук, доцент

СЕРГЕЙ АНАНЬЕВИЧ ВАБИЦЕВИЧ, заведующий кафедрой физики учреждения образования «Полоцкий государственный университет», кандидат физико-математических наук, доцент

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой математики и компьютерной безопасности учреждения образования «Полоцкий государственный университет»

(протокол № 8 от «31» 08 2021 г.)

Методической комиссией факультета компьютерных наук и электроники учреждения образования «Полоцкий государственный университет»

(протокол № 1 от «21» 09 2021 г.)

Научно-методическим советом учреждения образования «Полоцкий государственный университет»

(протокол № 1 от «30» 09 2021 г.)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Линейная алгебра» разработана в соответствии с учебным планом по специальности 1-98 01 01 «Компьютерная безопасность (по направлениям)» направление специальности «Компьютерная безопасность (математические методы и программные системы)».

Учебная дисциплина «Линейная алгебра» является базовой математической учебной дисциплиной государственного компонента модуля «Высшая математика». Она знакомит студентов с основными понятиями линейной алгебры и высшей алгебры. Основой для ее изучения является школьный курс по математике. Методы и приемы, рассматриваемые при обучении дисциплине «Линейная алгебра», используются в дальнейшем при изучении таких дисциплин, как «Дифференциальные уравнения», «Вычислительные методы алгебры», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Методы оптимизации», а также в ряде учебных дисциплин специализации.

**Цель** преподавания учебной дисциплины «Линейная алгебра»:

— дать глубокие знания по одному из основных разделов учебной дисциплины высшей математики, имеющего тесную связь с многочисленными прикладными проблемами и богатые приложения;

— создать фундамент, необходимый для усвоения материала перечисленных выше учебных дисциплин;

— сформировать одну из основных частей банка знаний специалистов университетского уровня в избранной области деятельности.

**Основные задачи**, решаемые при изучении учебной дисциплины «Линейная алгебра»

— усвоение студентами теоретических основ, базовых результатов и теорем линейной алгебры;

— выработать у студентов навыки решения типовых задач, способствующих усвоению основных понятий и развитию начальных навыков функционального анализа.

Математическое образование будущего специалиста по защите информации должно быть фундаментальным и в то же время иметь четко выраженную прикладную направленность. Фундаментальность математической подготовки включает в себя достаточную общность математических понятий и конструкций, обеспечивающую широкий спектр их применимости, разумную точность формулировок математических свойств изучаемых объектов, логическую строгость изложения математики, опирающуюся на адекватный современный математический язык. При изучении учебной дисциплины важно показать возможности использования аппарата линейной алгебры для решения не только чисто теоретических, но и прикладных задач, возникающих в различных областях науки, техники, экономики и др. Логичным представляется выделить моменты построения алгоритмов полученных результатов с целью их реализации при помощи компьютера.

В результате изучения курса «Линейная алгебра» студент должен

**знать:**

- основные понятия высшей алгебры и теории многочленов;
- основы линейной алгебры;

**уметь:**

- применять метод координат при исследовании алгебраических кривых и поверхностей первого и второго порядков;
- решать основные задачи теории векторных, евклидовых и унитарных пространств;
- решать системы линейных алгебраических уравнений;
- применять аппарат линейной алгебры при решении задач специальности;

**владеть:**

- аппаратом линейной алгебры;
- навыками исследования объектов линейной алгебры;
- навыками использования матричных методов для решения задач линейной алгебры.

Подготовка специалиста при обучении дисциплине «Линейная алгебра» должна обеспечивать формирование следующих групп компетенций:

***Базовые профессиональные компетенции:***

- БПК-1. Применять аппарат дифференциального и интегрального исчисления, методы аналитической геометрии и линейной алгебры для построения математических моделей и решения прикладных задач.

Программа определяет основное содержание разделов и тем курса «Линейная алгебра», которые подлежат изучению. Последовательность их изложения разрабатывается на кафедре математики и компьютерной безопасности учреждения образования «Полоцкий государственный университет», исходя из задач своевременного математического обеспечения естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин, сохранения логической стройности и завершенности самих математических разделов. При выборе цели в процессе изучения раздела следует ознакомить студентов с максимальным числом математических понятий и методов высшей алгебры, а также выработать у них твердые навыки исследования и решения определенного круга задач.

Дисциплина «Линейная алгебра» является фундаментом естественнонаучного и прикладного образования будущего специалиста по защите информации, которое сориентировано на применение методов теории чисел, матричного анализа, теории матричных уравнений, систем линейных алгебраических уравнений в их профессиональной деятельности. Этот курс призван дать студентам тот математический аппарат, который будет

использоваться в дальнейшем при изучении других математических и специальных дисциплин.

В соответствии с учебным планом на изучение дисциплины отводится

Виды занятий, формы контроля знаний	Дневная форма получения образования
Курс	1
Семестры	2
Лекции (количество часов)	68
Практические занятия (количество часов)	68
Аудиторных часов по учебной дисциплине	136
Всего часов по учебной дисциплине (по семестрам)	216
Формы текущей аттестации	зачет, экзамен

Дневная форма получения образования: общее количество 216 часов, аудиторных – 136 часов.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### РАЗДЕЛ 1. ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА

#### *Тема 1.1 Матрицы*

Матрицы, основные понятия. Линейные операции над матрицами и их свойства.

#### *Тема 1.2 Перестановки*

Перестановки и их свойства. Инверсия. Группа перестановок.

#### *Тема 1.3 Определители*

Определители  $n$ -го порядка и их свойства. Минор и алгебраическое дополнение матрицы.

#### *Тема 1.4 Основные методы вычисления определителей*

Вычисление определителя разложением по строке (столбцу). Вычисление определителя приведением к треугольному виду.

#### *Тема 1.5 Произведение матриц*

Умножение матриц, свойства операции умножения. Обратная матрица.

#### *Тема 1.6 Решение квадратных систем линейных алгебраических уравнений*

Решение систем линейных уравнений по правилу Крамера и с помощью обратных матриц.

#### *Тема 1.7 Решение произвольных систем линейных алгебраических уравнений*

Решение произвольных систем линейных уравнений методом Гаусса-Жордана. Критерий совместности систем линейных уравнений (теорема Кронекера-Капелли).

#### *Тема 1.8 Общее решение произвольной системы линейных алгебраических уравнений*

Однородная система линейных алгебраических уравнений. Фундаментальная система решений системы линейных алгебраических уравнений. Теорема об общем решении произвольной системы линейных алгебраических уравнений.

#### *Тема 1.9 Матричные уравнения*

Решение отдельных типов матричных уравнений.

### РАЗДЕЛ 2. ЛИНЕЙНЫЕ ВЕКТОРНЫЕ ПРОСТРАНСТВА

#### *Тема 2.1 Векторные пространства*

Векторное (линейное) пространство (линеал). Примеры линеалов.

#### *Тема 2.2 Системы векторов и их свойства*

Линейная зависимость и независимость системы векторов. Базис и размерность системы векторов.

#### *Тема 2.3 Подпространства, их свойства*

Определение подпространства пространства. Линейные оболочки. Размерность подпространств. Сумма и пересечение подпространств.

#### *Тема 2.4 Операции над подпространствами*

Объединение и пересечение подпространств. Сумма и прямая сумма подпространств. Их размерность.

*Тема 2.5 Ранг системы векторов, его свойства и нахождение*

Ранг системы векторов. Ранг матрицы и теорема о базисном миноре.

*Тема 2.6 Линейные операторы*

Линейные отображения (операторы). Примеры линейных операторов. Линейные операторы при моделировании различных процессов. Установление линейности оператора.

*Тема 2.7 Основные характеристики линейного оператора*

Ядро, область значений, ранг и дефект линейного оператора, их нахождение.

*Тема 2.8 Линейный оператор в заданных базисах*

Матрица линейного оператора в заданных базисах и ее нахождение.

*Тема 2.9 Формулы преобразования матрицы линейного оператора при переходе к новому базису*

Преобразование координат вектора и матрицы линейного оператора при переходе к новому базису. Подобные матрицы.

*Тема 2.10 Изоморфизм векторных пространств.*

Установление изоморфизма векторных пространств.

*Тема 2.11 Алгебра линейных операторов*

Действия над линейными операторами. Алгебра линейных операторов и ее основные характеристики и свойства. Обратный оператор и его свойства.

*Тема 2.12 Инвариантные подпространства.*

Инвариантные подпространства оператора, их основные характеристики и свойства. Разложение пространства на прямую сумму инвариантных подпространств оператора

*Тема 2.13 Собственные векторы и собственные значения линейного оператора*

Нахождение собственных векторов и собственных значений линейного оператора. Характеристическая матрица и характеристический многочлен. Операторы простой структуры.

*Тема 2.14 Полиномиальные матрицы*

Полиномиальные матрицы, их свойства и операции над ними. Критерии эквивалентности полиномиальных матриц

*Тема 2.15 Свойства характеристического многочлена матрицы*

Критерий подобия матриц. Минимальный многочлен. Теорема Гамильтона-Кэли.

*Тема 2.16 Нормальные формы матриц*

Жорданова нормальная форма матрицы, обобщенная жорданова форма матрицы, нормальная форма Фробениуса, их нахождение

### РАЗДЕЛ 3. ЛИНЕЙНЫЕ И КВАДРАТИЧНЫЕ ФОРМЫ

*Тема 3.1 Линейные формы.*

Линейные формы и их свойства. Примеры линейных форм.

### *Тема 3.2 Билинейные и квадратичные формы.*

Билинейные и квадратичные формы и их матрицы. Свойства билинейных и квадратичных форм. Примеры форм.

### *Тема 3.3 Метод Лагранжа для квадратичных форм*

Метод Лагранжа приведения квадратичной формы к каноническому виду. Критерии эквивалентности квадратичных форм над полями действительных и комплексных чисел.

### *Тема 3.4 Приведение квадратики к каноническому виду.*

Ортогональное преобразование, его свойства. Приведение квадратичной формы к каноническому виду ортогональным преобразованием.

### *Тема 3.5 Знакоопределенные квадратичные формы*

Знакоположительные и знакоотрицательные квадратичные формы. Критерий Сильвестра знакоопределенности квадратичных форм.

### *Тема 3.6 Исследование квадратик в дву- и трехмерном пространстве*

Применение квадратичных форм к исследованию кривых и поверхностей второго порядка.

## РАЗДЕЛ 4. ЛИНЕЙНЫЕ ОПЕРАТОРЫ В СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

### *Тема 4.1 Норма и скалярное произведение в евклидовом и унитарном пространствах*

Свойства скалярного произведения в евклидовых и унитарных пространствах. Норма вектора и ее свойства. Нахождение матрицы Грама и матрицы скалярного произведения.

### *Тема 4.2 Ортогонализация Грама-Шмидта.*

Ортогональный и ортонормированный базисы. Неравенство Коши-Буняковского. Процесс ортогонализации Грама-Шмидта.

### *Тема 4.3 Диагонализация квадратной матрицы.*

Изометрические и симметрические преобразования. Приведение матрицы к диагональному виду. Нормальные матрицы.

### *Тема 4.4 Сопряженные и самосопряженные операторы.*

Сопряженные и самосопряженные операторы и их матрицы. Примеры таких операторов и их свойства.

### *Тема 4.5 Теорема о разложении линейного оператора*

Канонический вид матрицы самосопряженного оператора. Разложение произвольного линейного оператора в произведение изометрического и самосопряженного операторов.

## РАЗДЕЛ 5. НОРМИРОВАННОЕ ПРОСТРАНСТВО. ПСЕВДООБРАТНАЯ МАТРИЦА

### *Тема 5.1 Нормированное пространство*

Нормированные и метрические пространства. Примеры. Норма и метрика пространства



*Тема 5.2 Нормы векторов*

Нормированное линейное пространство. Векторные нормы, их эквивалентность и вычисление.

*Тема 5.3 Нормы матриц*

Матричные нормы и их свойства. Кольцевое свойство нормы матриц. Нахождение норм матрицы.

*Тема 5.4 Операторная норма матрицы.*

Нахождение спектральной нормы матрицы, числа обусловленности матрицы. Применение теории нормы в численных расчетах.

*Тема 5.5 Полуобратная матрица*

Полуобратная матрица, ее свойства, нахождение и применение к решению линейных матричных уравнений и линейных алгебраических систем уравнений

*Тема 5.6 Псевдообратная матрица*

Нахождение псевдообратной матрицы Мура-Пентроуза.

*Тема 5.7 Нормальное псевдорешение системы линейных уравнений*

Нормальное псевдорешение системы линейных алгебраических уравнений, его свойства и нахождение.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА**  
(дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы.	Количество аудиторных часов					Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Управляемой самостоятельной работы студента		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА (136 часов)</b>		<b>68</b>	<b>68</b>					
	Раздел 1. <i>Линейная алгебра</i>	<b>12</b>	<b>12</b>					
Тема 1.1	<i>Матрицы</i> Матрицы, основные понятия. Линейные операции над матрицами и их свойства.	2	2				[2] с.124-129	УО
Тема 1.2	<i>Перестановки</i> Перестановки и их свойства. Инверсия. Группа перестановок.	2	2				[2] с.124-129	УО, ПДЗ, МСП

Тема 1.3	<i>Определители</i> Определители $n$ -го порядка и их свойства. Минор и алгебраическое дополнение матрицы.	2	2				[2] с.124-129	УО, ПДЗ
Тема 1.4	<i>Основные методы вычисления определителей</i> Вычисление определителя разложением по строке (столбцу). Вычисление определителя приведением к треугольному виду.	2					[2] с.124-129	УО, ПДЗ, ИДЗ
Тема 1.5	<i>Произведение матриц</i> Умножение матриц, свойства операции умножения. Обратная матрица ( <i>выдается внеаудиторная контрольная работа</i> ).		2				[2] с. 151-159	УО, ВКР
Тема 1.6	<i>Решение квадратных систем линейных алгебраических уравнений</i> Решение систем линейных уравнений по правилу Крамера и с помощью обратных матриц.	2					[2] с. 151-159	УО, ИДЗ
Тема 1.7	<i>Решение произвольных систем линейных алгебраических уравнений</i> Решение произвольных систем линейных уравнений методом Гаусса-Жордана. Критерий совместности систем линейных уравнений (теорема Кронекера-Капелли).		2				[2] с.124-129	УО, ПДЗ, МСР
Тема 1.8	<i>Общее решение произвольной системы линейных алгебраических уравнений</i> Однородная система линейных алгебраических уравнений. Фундаментальная система решений системы линейных алгебраических уравнений. Теорема об общем решении произвольной системы линейных алгебраических уравнений.	2					[2] с. 130-140	УО, РКР

Тема 1.9	<i>Матричные уравнения</i> Решение отдельных типов матричных уравнений.		2				[2] с. 130-140	УО, ИДЗ
	<b>Раздел 2. Линейные векторные пространства</b>	<b>24</b>	<b>26</b>					
Тема 2.1	<i>Векторные пространства</i> Векторное (линейное) пространство (линеал). Примеры линеалов.	2	2				[2] с. 108-116	УО
Тема 2.2	<i>Системы векторов и их свойства</i> Линейная зависимость и независимость системы векторов. Базис и размерность системы векторов.	2	2				[2] с. 151-159	ЛПР, УО, ПДЗ
Тема 2.3	<i>Подпространства, их свойства</i> Определение подпространства пространства. Линейные оболочки. Размерность подпространств. Сумма и пересечение подпространств.	2	2				[2] с. 116- 122, 160-161	СКТ, ЛПР, ПДЗ
Тема 2.4	<i>Операции над подпространствами</i> Объединение и пересечение подпространств. Сумма и прямая сумма подпространств. Их размерность.		2				[2] с. 151-159	ЛПР, МСР
Тема 2.5	<i>Ранг системы векторов, его свойства и нахождение</i> Ранг системы векторов. Ранг матрицы и теорема о базисном миноре.	2	2				[2] с.124-129, 162-164	УО, РКР

Тема 2.6	<i>Линейные операторы</i> Линейные отображения (операторы). Примеры линейных операторов. Линейные операторы при моделировании различных процессов. Установление линейности оператора.	2	2				[2] с.130-140, 165-171	УО
Тема 2.7	<i>Основные характеристики линейного оператора</i> Ядро, область значений, ранг и дефект линейного оператора, их нахождение.	2					[2] с.130-140, 165-171	ЛПР, ПДЗ
Тема 2.8	<i>Линейный оператор в заданных базисах</i> Матрица линейного оператора в заданных базисах и ее нахождение.		2				[2] с.130-140, 165-171	УО, ПДЗ
Тема 2.9	<i>Формулы преобразования матрицы линейного оператора при переходе к новому базису</i> Преобразование координат вектора и матрицы линейного оператора при переходе к новому базису. Подобные матрицы.	2	2					УО, ПДЗ
Тема 2.10	<i>Изоморфизм векторных пространств</i> Установление изоморфизма векторных пространств.		2				[5] с.130-140, 165-171	УО, ПДЗ
Тема 2.11	<i>Алгебра линейных операторов</i> Действия над линейными операторами. Алгебра линейных операторов и ее основные характеристики и свойства. Обратный оператор и его свойства.	2					[5] с.130-140, 165-171	УО, ПДЗ

Тема 2.12	<i>Инвариантные подпространства</i> Инвариантные подпространства оператора, их основные характеристики и свойства. Разложение пространства на прямую сумму инвариантных подпространств оператора.	2					[5] с.130-140, 165-171	ЛПР, ИДЗ
Тема 2.13	<i>Собственные векторы и собственные значения линейного оператора</i> Нахождение собственных векторов и собственных значений линейного оператора. Характеристическая матрица и характеристический многочлен. Операторы простой структуры. <i>(выдается внеаудиторная контрольная работа).</i>		2				[5] с.130-140, 165-171	УО, ВКР
Тема 2.14	<i>Полиномиальные матрицы</i> Полиномиальные матрицы, их свойства и операции над ними. Критерии эквивалентности полиномиальных матриц.	2	2				[5] с.130-140, 165-171	УО, ПДЗ
Тема 2.15	<i>Свойства характеристического многочлена матрицы</i> Критерий подобия матриц. Минимальный многочлен. Теорема Гамильтона-Кэли.	2	2					УО, ПДЗ
Тема 2.16	<i>Нормальные формы матриц</i> Жорданова нормальная форма матрицы, обобщенная жорданова форма матрицы, нормальная форма Фробениуса, их нахождение.	2	2				[5] с.130-140, 165-171	УО, ИДЗ
	<b>Раздел 3. Линейные и квадратичные формы</b>	<b>8</b>	<b>8</b>					
Тема 3.1	<i>Линейные формы</i> Линейные формы и их свойства. Примеры линейных форм.	2	2				[6] с.12-18, 71-72	УО

Тема 3.2	<i>Билинейные и квадратичные формы</i> Билинейные и квадратичные формы и их матрицы. Свойства билинейных и квадратичных форм. Примеры форм.	2	2				[6] с. 18-23, 73-90	ЛПР, УО, ПДЗ
Тема 3.3	<i>Метод Лагранжа для квадратичных форм</i> Метод Лагранжа приведения квадратичной формы к каноническому виду. Критерии эквивалентности квадратичных форм над полями действительных и комплексных чисел.		2				[3] с. 18-23, 73-90	УО, ИДЗ
Тема 3.4	<i>Приведение квадратичной формы к каноническому виду</i> Ортогональное преобразование, его свойства. Приведение квадратичной формы к каноническому виду ортогональным преобразованием.	2					[6] с. 18-23, 73-90	УО, МСР
Тема 3.5	<i>Знакоопределенные квадратичные формы</i> Знакоположительные и знакоотрицательные квадратичные формы. Критерий Сильвестра знакоопределенности квадратичных форм.		2				[7] с. 25-27, 94-106	УО
Тема 3.6	<i>Исследование кривых в дву- и трехмерном пространстве</i> Применение квадратичных форм к исследованию кривых и поверхностей второго порядка.	2					[6] с. 31-33, 111-117	УО, РКР
	<b>Раздел 4. Линейные операторы в специальных пространствах</b>	<b>10</b>	<b>8</b>					

Тема 4.1	<p><i>Норма и скалярное произведение в евклидовом и унитарном пространствах</i></p> <p>Свойства скалярного произведения в евклидовых и унитарных пространствах. Норма вектора и ее свойства. Нахождение матрицы Грама и матрицы скалярного произведения.</p>	2	2				[8] с. 173-175, 205-209	УО
Тема 4.2	<p><i>Ортогонализация Грама-Шмидта</i></p> <p>Ортогональный и ортонормированный базисы. Неравенство Коши-Буняковского. Процесс ортогонализации Грама-Шмидта.</p>	2	2				[8] с.175-190, 210-218	УО, ПДЗ
Тема 4.3	<p><i>Диагонализация квадратной матрицы</i></p> <p>Изометрические и симметрические преобразования. Приведение матрицы к диагональному виду. Нормальные матрицы.</p>	2	2				[8] с.197-202, 221-225	УО, ПДЗ
Тема 4.4	<p><i>Сопряженные и самосопряженные операторы</i></p> <p>Сопряженные и самосопряженные операторы и их матрицы. Примеры таких операторов и их свойства.</p>	2	2				[8] с.197-202, 221-225	УО, ПДЗ
Тема 4.5	<p><i>Теорема о разложении линейного оператора</i></p> <p>Канонический вид матрицы самосопряженного оператора. Разложение произвольного линейного оператора в произведение изометрического и самосопряжённого операторов.</p>	2					[8] с.197-202, 221-225	УО, РКР
	<p>Раздел 5. <i>Нормированное пространство. Псевдообратная матрица</i></p>	14	14					



Тема 5.1	<i>Нормированное пространство</i> Нормированные и метрические пространства. Примеры. Норма и метрика пространства.	2	2					УО
Тема 5.2	<i>Нормы векторов</i> Нормированное линейное пространство. Векторные нормы, их эквивалентность и вычисление.	2	2				[7] с.13-23	УО, ПДЗ
Тема 5.3	<i>Нормы матриц</i> Матричные нормы и их свойства. Кольцевое свойство нормы матриц. Нахождение норм матриц.	2	2				[7] с. 23-28	УО, ПДЗ
Тема 5.4	<i>Операторная норма матрицы</i> Нахождение спектральной нормы матрицы, числа обусловленности матрицы. Применение теории нормы в численных расчетах ( <i>выдается внеаудиторная контрольная работа</i> ).	2	2				[7] с. 76-99	УО, ВКР
Тема 5.5	<i>Полуобратная матрица</i> Полуобратная матрица, ее свойства, нахождение и применение к решению линейных матричных уравнений и линейных алгебраических систем уравнений	2	2				[7] с. 176-199	УО
Тема 5.6	<i>Псевдообратная матрица</i> Нахождение псевдообратной матрицы Мура-Пентроуза.	2	2				[4] с.28-35	УО, МСП
Тема 5.7	<i>Нормальное псевдорешение системы линейных уравнений</i> Нормальное псевдорешение системы линейных алгебраических уравнений, его свойства и нахождение.	2	2				[4] с.103-113	УО, ИДЗ

***Принятые сокращения:***

ИДЗ – индивидуальное домашнее задание

ЛПР – лекционная проверочная работа

МСР – мини-самостоятельная работа

ПДЗ – проверка домашнего задания

СКТ – самостоятельное конспектирование теоретического материала

УО – устный опрос, в том числе и экспресс-опрос;

ВКР – внеаудиторная контрольная работа, в виде индивидуальных заданий с консультациями преподавателя  
(предусмотренная учебным планом специальности);

РКР- рейтинговая контрольная работа.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### ОСНОВНАЯ

1. Рябушко, А.П. Высшая математика: теория и задачи: в пяти частях: часть 1. Линейная и векторная алгебра. Аналитическая геометрия. Дифференциальное исчисление функций одной переменной: учебное пособие. - Минск: Высш. шк., 2017. - 302 с. - Допущено Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебного пособия для студентов учреждений высшего образования по техническим специальностям.

2. Высшая математика. Практикум: в двух частях: учебное пособие / под редакцией С.А. Самалю; [авторы: О.М. Матейко, Н.А. Дегтяренко, В.И. Яшкин, Н.С. Коваленко и др.]. - Минск : РИВШ, 2020. - Допущено Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебного пособия для студентов учреждений высшего образования по естественным и экономическим специальностям. - Часть 1. - 2020. - 329 с.

3. Лунгу, К. Н. Высшая математика: руководство к решению задач: учебное пособие. 1 / К.Н. Лунгу, Е.В. Макаров. - 3-е изд., перераб. - Москва : Физматлит, 2013. - 217 с.

4. Математика для инженеров: примеры и задачи : учебное пособие : в 4 частях / Министерство образования Республики Беларусь, Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, Факультет математики и информатики, Кафедра фундаментальной и прикладной математики ; под редакцией Е.А. Ровбы. - Минск: РИВШ, 2019 -. - Допущено Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебного пособия для студентов учреждений высшего образования по техническим специальностям. Часть 1. - 2019. - 411 с.

5. Письменный, Д.Т. Конспект лекций по высшей математике: полный курс. - М. : Айрис-пресс, 2020. - 608 с.

6. Мателенок, А.П. Высшая математика : практикум : в 4 частях / Министерство образования Республики Беларусь, Полоцкий государственный университет. - Новополоцк : ПГУ, 2020. Часть 1 : Элементы линейной алгебры. Введение в математический анализ. Дифференциальное исчисление функции одной переменной. - 2020. - 210 с.

7. Гусак, А.А. Аналитическая геометрия и линейная алгебра: справочное пособие к решению задач. - 3-е издание, стереотипное ; 5-е издание. - Минск : ТетраСистемс, 2008. - 287 с. : ил.

*Л.В. Луцкова Е.В.*

8. Плющ, О.Б. Высшая математика : курс лекций. Ч. 1 : Элементарная математика. Аналитическая геометрия. Линейная алгебра. - 3-е изд., стер. - Мн. : Акад. упр. при Президенте РБ, 2005. - 167 с.

9. Плющ, О.Б. Практикум по высшей математике: задания и упражнения для практ. занятий и занятий на персональном компьютере. Ч. 1 : Элементарная математика. Аналитическая геометрия. Линейная алгебра. - 2-е изд., стер. - Мн. : Акад. упр. при Президенте РБ, 2005. - 84 с. : ил.

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ**

10. Элементы линейной алгебры. Введение в математический анализ. Дифференциальное исчисление функции одной переменной: учебн.-метод. комплекс для студ. Техн. Спец./ сост. И общ. ред. В.С.Вакульчик. – Новополоцк: ПГУ, 2007. – 352с.

11. Элементы векторной алгебры. Элементы аналитической геометрии на плоскости и в пространстве: учебн.-метод. комплекс для студентов техн. Спец. / В.С. Вакульчик [и др.]; под общ. ред. В.С. Вакульчик. – Новополоцк: ПГУ, 2009. – 220с.

12. Неопределенный интеграл: учеб.-метод. комплекс для студентов техн. Спец. / В.С. Вакульчик [и др.]; под общ. ред. В.С. Вакульчик. – Новополоцк: ПГУ, 2010. – 168 с.

13. Определенный интеграл/ Функции нескольких переменных: учеб.-метод. комплекс для студентов техн. Спец. / В.С. Вакульчик [и др.]; под общ. ред. В.С. Вакульчик, Ф.Ф. Яско. – Новополоцк: ПГУ, 2011. – 244 с.

14. Специальные главы высшей математики, ч. I.: учеб.-метод. комплекс для студентов техн. Спец./ В.С. Вакульчик [и др.]; под общ. ред. В.С. Вакульчик. – Новополоцк: ПГУ, 2013. – 136 с.

## **МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ**

### **Методы обучения:**

–методы проблемного обучения (проблемное изложение, частично-поисковый и исследовательский, а также проектный методы);

–лично ориентированные (развивающие) технологии, основанные на активных (рефлексивно-деятельностных) формах и методах обучения («мозговой штурм», дискуссия, пресс-конференция);

– информационно-коммуникационные технологии, обеспечивающие проблемно-исследовательский характер процесса обучения и активизацию самостоятельной работы студентов (структурированные электронные презентации для лекционных занятий, использование аудио-, видеоподдержки учебных занятий, применение специализированных компьютерных программ Microsoft Word, Microsoft Office Excel, SPSS, MATHCAD PROFESSIONAL, MAPLE, MATLAB, POWERPOINT, MS ACCESS, MS VISI).

### **Средства диагностики результатов учебной деятельности:**

Для оценки достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий:

- индивидуальное домашнее задание;
- проверка домашнего задания;
- устный опрос, в том числе и экспресс-опрос;
- рейтинговая контрольная работа.

## Перечень вопросов для проведения зачета

- 1) Линейная оболочка системы векторов и ее свойства.
- 2) Операции над пространствами.
- 3) Линейные отображения (операторы). Примеры линейных операторов.
- 4) Ядро, область значений, ранг и дефект линейного оператора.
- 5) Матрица линейного оператора в заданных базисах.
- 6) Преобразование координат вектора и матрицы линейного оператора при переходе к новому базису.
- 7) Подобные матрицы и их свойства.
- 8) Действия над линейными операторами.
- 9) Обратный оператор и его свойства.
- 10) Собственные векторы и собственные значения.
- 11) Характеристическая матрица и характеристический многочлен.
- 12) Операторы простой структуры.
- 13) Критерии эквивалентности полиномиальных матриц.
- 14) Критерий подобия матриц.
- 15) Нормальные формы матриц.
- 16) Билинейные и квадратичные формы и их матрицы.
- 17) Методы приведения квадратичной формы к каноническому виду.
- 18) Критерии эквивалентности квадратичных форм.
- 19) Приведение квадратичной формы к каноническому виду ортогональным преобразованием.
- 20) Знакоопределенные квадратичные формы.
- 21) Применение квадратичных форм к исследованию кривых второго порядка.
- 22) Свойства скалярного произведения.
- 23) Матрица скалярного произведения.
- 24) Ортогональный базис.
- 25) Изометрические и симметрические преобразования.
- 26) Приведение матрицы к диагональному виду.
- 27) Сопряженные и самосопряженные операторы и их матрицы.
- 28) Канонический вид матрицы самосопряженного оператора.
- 29) Векторные и матричные нормы.
- 30) Спектральная (операторная) норма матрицы
- 31) Эквивалентность норм. Число обусловленности матрицы.
- 32) Полуобратная матрица и ее применение.
- 33) Нормальное псевдорешение системы линейных уравнений.

## Перечень вопросов для проведения экзамена

- 1) Линейное векторное пространство.
- 2) Линейная оболочка системы векторов и ее свойства.
- 3) Подпространства и их ранг.
- 4) Операции над пространствами.
- 5) Линейные отображения (операторы). Примеры линейных операторов.
- 6) Ядро, область значений, ранг и дефект линейного оператора.
- 7) Матрица линейного оператора в заданных базисах.
- 8) Преобразование координат вектора и матрицы линейного оператора при переходе к новому базису.
- 9) Подобные матрицы и их свойства.
- 10) Изоморфизм векторных пространств.
- 11) Действия над линейными операторами.
- 12) Обратный оператор и его свойства.
- 13) Инвариантные подпространства
- 14) Собственные векторы и собственные значения.
- 15) Характеристическая матрица и характеристический многочлен.
- 16) Операторы простой структуры.
- 17) Полиномиальные матрицы.
- 18) Критерии эквивалентности полиномиальных матриц.
- 19) Критерий подобия матриц.
- 20) Минимальный многочлен. Теорема Гамильтона-Кэли.
- 21) Нормальные формы матриц: жорданова нормальная форма матрицы, обобщенная жорданова форма матрицы
- 22) Нормальные формы матриц: нормальная форма Фробениуса.
- 23) Линейные формы.
- 24) Билинейные и квадратичные формы и их матрицы.
- 25) Метод Лагранжа приведения квадратичной формы к каноническому виду.
- 26) Критерии эквивалентности квадратичных форм над полями действительных и комплексных чисел.
- 27) Приведение квадратичной формы к каноническому виду ортогональным преобразованием.
- 28) Знакоопределенные квадратичные формы. Критерий Сильвестра.
- 29) Применение квадратичных форм к исследованию кривых второго порядка.
- 30) Свойства скалярного произведения в евклидовых и унитарных пространствах.

- 31) Матрица Грама и матрица скалярного произведения.
- 32) Неравенство Коши-Буняковского.
- 33) Ортогональный базис. Процесс ортогонализации Грама-Шмидта.
- 34) Изометрические и симметрические преобразования.
- 35) Приведение матрицы к диагональному виду.
- 36) Сопряженные и самосопряженные операторы и их матрицы.
- 37) Канонический вид матрицы самосопряженного оператора.
- 38) Разложение произвольного линейного оператора в произведение изометрического и самосопряжённого операторов.
- 39) Векторные и матричные нормы.
- 40) Спектральная (операторная) норма матрицы
- 41) Эквивалентность норм. Число обусловленности матрицы.
- 42) Полуобратная матрица и ее применение.
- 43) Псевдообратная матрица Мура-Пенроуза.
- 44) Нормальное псевдорешение системы линейных уравнений.



## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

*Цель самостоятельной работы студентов* – содействие усвоению в полном объеме содержания учебной дисциплины и формирование самостоятельности как личностной черты и важного профессионального качества, сущность которых состоит в умении систематизации, планирования и контроля собственной деятельности. Задача самостоятельной работы студентов – усвоение определенных стандартом знаний, умений и навыков по учебной дисциплине, закрепление и систематизация полученных знаний, их применение при выполнении практических заданий и творческих работ, а также выявление пробелов в системе знаний по учебной дисциплине.

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения внеаудиторных контрольных работ с консультациями преподавателя;
- составление информационных таблиц, графических схем и глоссариев по пройденным темам.

### **Методы планирования и организации самостоятельной работы студентов**

- анализ учебной программы по учебной дисциплине «Линейная алгебра» с целью выделения тематических блоков для самостоятельной работы студентов;
- проработка баланса времени, необходимого для самостоятельной работы студентов с выделенными тематическими блоками;
- структурирование тематических заданий, ориентированных на формирование и развитие компетенций студентов в контексте самостоятельной работы.

### **Содержание самостоятельной работы студентов дневной формы получения образования (80 часов)**

Тематическое содержание	Используемые источники	Количество часов
Раздел 1. <b>Линейная алгебра</b>	1,8,11,12,14,16	<b>16</b>
Тема 1.1 Матрицы <i>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий. - Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</i>	1,8,11,12,14,16	2
Тема 1.2 Перестановки <i>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий. - Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</i>	1,8,11,12,14,16	2

<p>Тема 1.3 Определители</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</li> <li>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</li> </ul>	1,8,11,12,14,16	2
<p>Тема 1.4 Основные методы вычисления определителей</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</li> <li>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</li> <li>- Научиться использовать системы компьютерной алгебры для указанной темы.</li> <li>- Выполнить индивидуальное домашнее задание.</li> </ul>	1,8,11,12,14,16	2
<p>Тема 1.5 Произведение матриц</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</li> <li>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</li> <li>- Выполнить внеаудиторную контрольную работу.</li> </ul>	1,8,11,12,14,16	2
<p>Тема 1.6 Решение квадратных систем линейных алгебраических уравнений</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</li> <li>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</li> <li>- Выполнить индивидуальное домашнее задание</li> </ul>	1,8,11,12,14,16	2
<p>Тема 1.7 Решение произвольных систем линейных алгебраических уравнений</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</li> <li>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</li> <li>- Подготовиться к рейтинговой контрольной работе.</li> </ul>	1,8,11,12,14,16	2
<p>Тема 1.8 Матричные уравнения</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</li> <li>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</li> <li>- Выполнить индивидуальное домашнее задание.</li> <li>- Научиться использовать системы компьютерной алгебры для указанной темы.</li> </ul>	1,8,11,12,14,16	2
<b>Раздел 2. Линейные векторные пространства</b>	1,8,11,12,14,16	<b>30</b>
<p>Тема 2.1 Векторные пространства</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</li> <li>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</li> </ul>	1,8,11,12,14,16	2
<p>Тема 2.2 Системы векторов и их свойства</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</li> <li>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную</li> </ul>	1,8,11,12,14,16	2

<p>работу.</p> <p>-Подготовиться к лекционной проверочной работе</p>		
<p>Тема 2.3 Подпространства, их свойства</p> <p>- Самостоятельно законспектировать теоретический материал</p> <p>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</p> <p>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</p>	1,8,11,12,14,16	2
<p>Тема 2.4 Операции над подпространствами</p> <p>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</p> <p>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</p>	1,8,11,12,14,16	2
<p>Тема 2.5 Ранг системы векторов, его свойства и нахождение</p> <p>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</p> <p>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</p> <p>- Подготовиться к рейтинговой контрольной работе.</p>	1,8,11,12,14,16	2
<p>Тема 2.6 Линейные операторы</p> <p>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</p> <p>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</p>	1,8,11,12,14,16	2
<p>Тема 2.7 Основные характеристики линейного оператора</p> <p>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</p> <p>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</p> <p>- Подготовиться к лекционной проверочной работе.</p>	1,8,11,12,14,16	2
<p>Тема 2.8 Линейный оператор в заданных базисах</p> <p>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</p> <p>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</p>	1,8,11,12,14,16	2
<p>Тема 2.9 Формулы преобразования матрицы линейного оператора при переходе к новому базису</p> <p>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</p> <p>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</p> <p>- Научиться использовать системы компьютерной алгебры для указанной темы.</p>	1,8,11,12,14,16	2
<p>Тема 2.11 Алгебра линейных операторов</p> <p>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</p> <p>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</p>	1,8,11,12,14,16	2

<p>Тема 2.12 Инвариантные подпространства.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</li> <li>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</li> <li>- Подготовиться к лекционной проверочной работе.</li> </ul>	1,8,11,12,14,16	2
<p>Тема 2.13 Собственные векторы и собственные значения линейного оператора</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</li> <li>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</li> <li>- Научиться использовать системы компьютерной алгебры для указанной темы.</li> <li>- Выполнить внеаудиторную контрольную работу.</li> </ul>	1,8,11,12,14,16	2
<p>Тема 2.14 Полиномиальные матрицы</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</li> <li>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</li> <li>- Научиться использовать системы компьютерной алгебры для указанной темы.</li> </ul>	1,8,11,12,14,16	2
<p>Тема 2.15 Свойства характеристического многочлена матрицы</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</li> <li>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</li> </ul>	1,8,11,12,14,16	2
<p>Тема 2.16 Нормальные формы матриц</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</li> <li>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</li> <li>- Научиться использовать системы компьютерной алгебры для указанной темы.</li> <li>- Выполнить индивидуальное домашнее задание.</li> </ul>	1,8,11,12,14,16	2
<b>Раздел 3. Линейные и квадратичные формы</b>	12,14,16	<b>6</b>
<p>Тема 3.2 Билинейные и квадратичные формы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</li> <li>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</li> <li>- Научиться использовать системы компьютерной алгебры для указанной темы.</li> </ul>	12,14,16	2
<p>Тема 3.4 Приведение квадратики к каноническому виду.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</li> <li>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</li> <li>- Научиться использовать системы компьютерной алгебры для указанной темы.</li> </ul>	12,14,16	2

- Выполнить индивидуальное домашнее задание.		
Тема 3.6 Исследование квадратик в дву- и трехмерном пространстве - Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий. - Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу. - Научиться использовать системы компьютерной алгебры для указанной темы. - РКР	12,14,16	2
<b>Раздел 4. Линейные операторы в специальных пространствах</b>	12,14,16	<b>8</b>
Тема 4.1 Норма и скалярное произведение в евклидовом и унитарном пространствах - Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий. - Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу. - Научиться использовать системы компьютерной алгебры для указанной темы.	12,14,16	2
Тема 4.2 Ортогонализация Грамма-Шмидта. - Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий. - Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу. - Научиться использовать системы компьютерной алгебры для указанной темы.	12,14,16	2
Тема 4.3 Диагонализация квадратной матрицы. - Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий. - Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу. - Научиться использовать системы компьютерной алгебры для указанной темы.	12,14,16	2
Тема 4.5 Теорема о разложении линейного оператора - Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий. - Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу. - Научиться использовать системы компьютерной алгебры для указанной темы. - Подготовиться к рейтинговой контрольной работе.	12,14,16	2
<b>Раздел 5. Нормированное пространство. Псевдообратная матрица</b>	4,9,11,13,14,17	<b>12</b>
Тема 5.1 Нормированное пространство - Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий. - Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.	4,9,11,13,14,17	2

<p>Тема 5.2 Нормы векторов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</li> <li>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</li> </ul>	4,9,11,13,14,17	2
<p>Тема 5.3 Нормы матриц</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</li> <li>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</li> </ul>	4,9,11,13,14,17	2
<p>Тема 5.4 Операторная норма матрицы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</li> <li>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</li> <li>- Выполнить внеаудиторную контрольную работу.</li> </ul>	4,9,11,13,14,17	2
<p>Тема 5.6 Псевдообратная матрица</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</li> <li>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</li> <li>- Научиться использовать системы компьютерной алгебры для указанной темы.</li> </ul>	4,9,11,13,14,17	2
<p>Тема 5.7 Нормальное псевдорешение системы линейных уравнений</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучить информационную таблицу раздела, графическую схему раздела, глоссарий.</li> <li>- Проработать задания, вынесенные на самостоятельную работу.</li> <li>- Выполнить индивидуальное домашнее задание.</li> <li>- Научиться использовать системы компьютерной алгебры для указанной темы.</li> </ul>	4,9,11,13,14,17	2
Подготовка к ЭКЗАМЕНУ	Конспект лекционных и практических занятий	8
<b>Всего</b>		<b>80</b>

## КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ

Контроль качества усвоения знаний проводится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний и компетенций студентов (приказ ректора УО ПГУ № 294 от 06.06.2014 (в редакции, утверждённой приказом № 605 от 17.11.2014) в форме промежуточного контроля и текущей аттестации.

Для оценивания самостоятельной и аудиторной работы студентов в рамках дисциплины используется накопительная система контроля успеваемости, которая предполагает суммирование балльных оценок, выставляемых в электронный журнал за все виды работ в течение прохождения курса для определения среднеарифметических показателей успеваемости.

Мероприятия промежуточного контроля проводятся в течение семестра и включают в себя следующие формы контроля:

- устная форма (блиц-опрос на лекциях);
- письменная форма (тесты, контрольные работы).

Промежуточная (аттестационная) диагностика компетенции студентов осуществляется на основании индивидуального рейтинга студента на момент аттестации. Для положительной аттестации (промежуточного контроля успеваемости) необходимо согласно календарному плану выполнить все индивидуальные задания, а также иметь положительную оценку по промежуточному контролю освоения теоретической части курса.

Результат промежуточного контроля за семестр оценивается отметкой в баллах по десятибалльной шкале и выводится, исходя из отметок, выставленных в ходе проведения мероприятий промежуточного контроля в течение семестра по следующей формуле:

$$П = (ПК_1 + ПК_2 + \dots + ПК_n) / n,$$

где  $ПК_1, \dots, ПК_n$  –отметки, выставленные в ходе проведения мероприятий промежуточного контроля,

$n$  – количество мероприятий промежуточного контроля.

Результат промежуточного контроля рассчитывается как округлённое среднее значение. Результат может быть увеличен в соответствии с п.п. 6.8 и 6.9 Положения.

Текущая аттестация проводится в форме зачёта и экзамена.

**Зачёт** проводится согласно Положению.

Заключение о зачёте формируется на основе накопительного принципа по формуле:

$$З = k \cdot П,$$

где  $k$  – весовой коэффициент промежуточного контроля;

$П$  – результат промежуточного контроля за семестр.

Весовой коэффициент  $k$  принимается равным 1.

Если полученная отметка  $3 < 4$  баллов, то проводится устный зачёт отдельно по представленным в программе вопросам.

**Экзамен** проводится согласно Положению.

Итоговая экзаменационная отметка (ИЭ) учитывает отметку по результатам промежуточного контроля (П) и экзаменационную отметку (Э). Весовой коэффициент  $k$  принимается равным 0,5. Информация о весовом коэффициенте доводится до студентов на первом занятии в семестре.

$$\text{ИЭ} = k \cdot \text{П} + (1 - k) \cdot \text{Э},$$

где – ИЭ – итоговая отметка ;  $k$  – весовой коэффициент промежуточного контроля;

П – результат промежуточного контроля за семестр, оценивается одной отметкой по десятибалльной шкале, которая выводится из отметок, полученных в семестре; Э– отметка по десятибалльной шкале, полученная студентом за ответы на вопросы по билету на экзамене.

### **ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ**

Microsoft Office Excel ver. 2003 и выше, MATHCAD 2010 PROFESSIONAL и выше, MAPLE 15 и выше, MATLAB 6 и выше.



**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА» С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ  
СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по дисциплине «ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА»	Решение, принятое кафедрой математики и компьютерной безопасности
Дифференциальные уравнения	кафедра математики и компьютерной безопасности	<i>нет</i>	
Вычислительные методы алгебры	кафедра математики и компьютерной безопасности	<i>нет</i>	
Теория вероятностей и математическая статистика	кафедра математики и компьютерной безопасности	<i>нет</i>	
Методы оптимизации	кафедра математики и компьютерной безопасности	<i>нет</i>	
Криптографические методы	кафедра математики и компьютерной безопасности	<i>нет</i>	

Заведующий кафедрой математики и компьютерной безопасности,  
кандидат физико-математических наук, доцент



И.Б. Бураченко