

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра высшей математики и теоретической механики

Рабочая программа дисциплины

## ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования по направлению подготовки

**03.03.02«Физика»**

Направленность (профиль):

**Геофизика**


Уровень:

**Бакалавриат**


Форма обучения

**Очная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП

 Бобровский А.П.

Председатель УМС

 И.И. Палкин

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета


19 мая 2021 г., протокол № 08

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

05 мая 2021 г., протокол № 10

Зав. кафедрой  Зайцева И.В.

Авторы-разработчики:

 Бибииков П. Н.

Санкт-Петербург 2021

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

**Цель освоения дисциплины** «Линейная алгебра» – подготовка бакалавров в области алгебраического анализа, овладение классическим математическим аппаратом линейной алгебры для дальнейшего использования в приложениях и при изучении специальных дисциплин.

### Задачи:

- формирование умений и навыков, необходимых для профессиональной подготовки и деятельности бакалавра физико-математического образования;
- освоение математического аппарата необходимого для изучения смежных дисциплин;
- изучение классического аппарата линейной алгебры;
- обучение грамотной математической речи, ее лаконичности, аргументированности, четкости;
- формирование умения самостоятельно работать с научной литературой.

## 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Линейная алгебра» для направления подготовки 03.02.02 – «Физика» относится к обязательной части блока дисциплин Б1, входит в состав модуля дисциплин Б1.Б.14 «Математика».

Дисциплина изучается в 1 семестре. Трудоёмкость – 108 ак. часа, 3 з. е.

Для освоения данной дисциплины не требуется знаний выходящих за рамки школьной программы.

Данная дисциплина изучается параллельно с дисциплиной «Аналитическая геометрия».

Дисциплина «Линейная алгебра» является базовой для дисциплин «Дифференциальные уравнения», «Атомная физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц», «Квантовая теория».

## 3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

УК-1.1, УК-1.2 , УК-1.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2.

Таблица 1.

### Универсальные компетенции

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Результаты обучения
<b>УК-1</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. УК-1.2. Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи. УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения	Знать основные понятия, математические объекты и методы линейной алгебры. Уметь выполнять операции с основными объектами линейной алгебры и находить их свойства. Владеть различными

	поставленной задачи по различным типам запросов.	методами решения задач линейной алгебры.
--	--	--

#### Общепрофессиональные компетенции

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты обучения
<b>ОПК-1.</b> Способен применять базовые знания в области математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Применяет основные законы математических и естественных наук для решения задач профессиональной деятельности. ОПК-1.2 Выявляет взаимосвязь основных законов естественных наук, общие подходы и концепции.	Знать: Основные понятия и формулы линейной алгебры. Уметь: Решать практические задачи, входящие в круг возможностей линейной алгебры. Владеть: Математическим аппаратом линейной алгебры.

Таблица 3.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Таблица 4.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объем дисциплины	Всего часов		
	Очная форма обучения		
<b>Объем дисциплины</b>	<b>108</b>		
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>			
в том числе:	-		
Лекции	<b>14</b>		
занятия семинарского типа:	<b>28</b>		
практические занятия			
<b>Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:</b>	<b>66</b>		
в том числе:	-		
контрольная работа			
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>		

## 4.2. Структура дисциплины

Таблица 5.

Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Решение систем линейных уравнений.	1	2	5	14	Письменный контроль.	УК-1, ОПК-1	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1
2	Свойства определителей и методы их вычисления	1	2	3	10	Письменный контроль.	ОПК-1	ОПК-1.1, ОПК-1.2.
3	Матричная алгебра	1	2	4	8	Письменный контроль.	УК-1, ОПК-1	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1
4	Обратная матрица, и её применение.	1	2	4	10	Письменный контроль.	УК-1, ОПК-1	УК-1.1, ОПК-1.1
5	Комплексные числа	1	2	4	12	Письменный контроль.	УК-1, ОПК-1	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.3
6	Линейные и Евклидовы пространства.	1	2	4	6	Устный контроль.	УК-1, ОПК-1	УК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
7	Спектр матрицы.	1	2	4	6	Письменный контроль.	УК-1, ОПК-1	УК-1.1, ОПК-1.1, ОПК-1.2.
<b>ИТОГО</b>		-	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>66</b>	-	-	-

### 4.3. Содержание разделов дисциплины

#### Решение систем линейных уравнений

Постановка задачи. Метод Гаусса, допустимые операции с расширенной матрицей и структура алгоритма. Формулы Крамера. Определители. Сравнение эффективности двух методов. Однородные системы уравнений.

#### Свойства определителей и методы их вычисления

Определитель 2-го порядка. Методы вычисления определителей 3-го порядка. Понятие об определителях n-того порядка. Свойства определителей, упрощающие их вычисление.

#### Матричная алгебра

Сложение и умножение матриц. Проверка закона ассоциативности. Примеры, иллюстрирующие некоммутативность матричного умножения. Транспонированная матрица.

#### Обратная матрица и её применение

Квадратные матрицы. Единичная матрица. Обратная матрица и её построение. Метод решения систем линейных уравнений с помощью обратной матрицы.

#### Комплексные числа

Мотивировка введения комплексных чисел, мнимая единица. Сложение и умножение комплексных чисел. Геометрическое представление комплексного числа. Тригонометрическая запись комплексного числа и формула Муавра.

#### Линейные и евклидовы пространства

Вещественное и комплексное векторные пространства. Общее определение скалярного произведения в обоих случаях. Геометрическая интерпретация для двумерного и трёхмерного случаев. Применение скалярного произведения для разложения вектора по ортонормированному базису.

#### Спектр матрицы

Матрица как линейный оператор в пространстве вектор-столбцов. Общее определение линейного оператора и его матрицы. Собственные значения и собственные векторы. Характеристическое уравнение. Функции от матриц.

### 4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 6.

Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Метод Гаусса.	2	
2	Метод Крамера.	2	
3	Однородные системы уравнений.	1	

4	Вычисление определителей 3-го порядка.	2	2
5	Свойства определителей	1	1
6	Сложение и умножение матриц	2	2
7	Некоммутативность матричного умножения.	2	2
8	Построение обратной матрицы	2	2
9	Решение систем уравнение методом обратной матрицы.	2	2
10	Алгебра комплексных чисел.	2	2
11	Метод комплексной плоскости.	2	2
12	Построение базиса векторного пространства.	2	2
13	Разложение вектора по заданному базису.	2	2
14	Нахождение спектра матрицы.	2	2
15	Функции от матриц.	2	2

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

Презентации «КрамерС», «КомплексМ», «Спектр» и «Базисы», размещённые в облаке.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 60;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 10;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 30;
- максимальное количество дополнительных баллов - 15.

### 6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

### 6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен.

Форма проведения экзамена: устно по билетам.

**Перечень вопросов для подготовки к экзамену:**

#### ОПК-1

1. Понятие о системе линейных уравнений.
2. Алгоритм Гаусса для решения системы линейных уравнений.

3. Вывод формул Крамера. Определители 2-го порядка.
4. Однородные системы уравнений.
5. Определители 3-го порядка. 7 способов их вычисления.
6. Определители высших порядков.
7. Свойства определителей, облегчающие их вычисление.
8. Понятие матрицы.
9. Сложение матриц и умножение матрицы на число.
10. Умножение матриц.
11. Законы матричной алгебры.
12. Алгебра квадратных матриц. Единичная и обратная матрицы.
13. Метод обратной матрицы.
14. Комплексные числа и квадратные уравнения с отрицательным дискриминантом.
15. Алгебра комплексных чисел.
16. Геометрическое представление комплексных чисел.
17. Модуль и аргумент комплексного числа.
18. Комплексное сопряжение и его значение для определения частного.
19. Тригонометрическая запись комплексных чисел.
20. Модуль и аргумент произведения комплексных чисел.
21. Формула Муавра. Корень из комплексного числа.
22. Определение линейного пространства. Базис. Размерность. Примеры.
23. Дуальное векторное пространство.
24. Задача о разложении вектора по базису.
25. Вещественные и комплексные скалярные произведения. Примеры.
26. Разложение вектора по ортонормированному базису.
27. Матрица как линейный оператор.
28. Собственные значения и собственные векторы.
29. Характеристическое уравнение.
30. Спектральные проекторы.
31. Спектральное разложение матрицы.
32. Функции от матриц.

**Перечень практических заданий к экзамену:**

ОПК-1

1. Решить систему из двух уравнений:

$$\{$$

методом Гаусса.

2. Решить систему из двух уравнений:

$$\{$$

методом Крамера.

3. Решить систему из двух уравнений:

$$\{$$

методом обратной матрицы.

4. Доказать, что система уравнений:

$$\{$$

не имеет решений.

5. Решить систему из двух уравнений:

$$\{$$

6. Вычислить определитель третьего порядка

$\begin{vmatrix} | & & | \\ & & \\ & & \end{vmatrix}$ ,

тремя различными способами (по строке, столбцу и «треугольниками»).

7. Вычислить определитель третьего порядка

$\begin{vmatrix} | & & | \\ & & \\ & & \end{vmatrix}$

используя свойства определителей.

8. Вычислить  $AB$  и  $BA$ , где

$\begin{pmatrix} & & \\ & & \\ & & \end{pmatrix}$   $\begin{pmatrix} & & \\ & & \\ & & \end{pmatrix}$

9. Найти обратную для матрицы

$\begin{pmatrix} & & \\ & & \\ & & \end{pmatrix}$ .

10. Вычислить квадрат комплексного числа

11. Найти частное  $—$ , где

12. Вычислить

используя формулу Муавра.

13. Проверить, что система векторов  $\vec{u}_1, \vec{u}_2, \vec{u}_3$  и  $\vec{v}_1, \vec{v}_2, \vec{v}_3$  образует базис на

плоскости. Разложить по этому базису вектор

14. Найти спектр матрицы

$\begin{pmatrix} & & \\ & & \\ & & \end{pmatrix}$

15. Вычислить  $\text{tr}(A^{-1})$ , для

$\begin{pmatrix} & & \\ & & \\ & & \end{pmatrix}$

### 6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 14.

Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-10
Контрольная работа	0-40...
Самостоятельная работа	0-20...
Экзамен	0-30
<b>ИТОГО</b>	<b>0-100</b>

Таблица 15.

Распределение дополнительных баллов

Дополнительные баллы (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	Баллы
Участие в НИРС*	0-5
Участие в Олимпиаде*	0-5
Активность на учебных занятиях*	0-5
<b>ИТОГО</b>	<b>0-15</b>

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 16.

Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

<b>Оценка</b>	<b>Баллы</b>
Отлично	85-100
Хорошо	65-84
Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	0-39

### **7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Линейная алгебра».

### **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

##### **Основная литература**

1. Дмитрий Письменный «Конспект лекций по высшей математике» Часть 1. – М, Изд. «Айрис-пресс» 2010
2. Фаддеев Д.К., Соминский И.С. «Задачи по высшей алгебре». – СПб, Изд. «Лань», 2008.,: 288 с.

##### **Дополнительная литература**

1. Курош А.Г. «Курс линейной алгебры». – СПб, Изд. «Лань», 2008.,: 432 с.
2. Беклемишев Д.В. «Курс аналитической геометрии и линейной алгебры». М, Наука, 1984.

#### **8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"**

1. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

#### **8.3. Перечень программного обеспечения**

1. Excel
2. MAPLE

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Аудитории, вмещающие необходимое число студентов и имеющие одну или две доски.

### **10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

#### **11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2022/2023 учебный год без изменений.

Протокол заседания кафедры высшей математики и теоретической механики от 15.06.2022 №11