

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол № 15 от 24.12.2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Система корней

---

Уровень высшего образования  
Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность  
01.03.01 - Математика

---

Направленность образовательной программы  
Математика (общий профиль)

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2026 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 Система корней относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-6: Способен составлять научные обзоры, рефераты и отчеты по тематике проводимых исследований, а также подготовить научную публикацию	<p>ПК-6.1: Знает специфику научных обзоров</p> <p>ПК-6.2: Умеет составлять научные обзоры, рефераты и отчеты по тематике проводимых исследований, а также подготовить научную публикацию</p> <p>ПК-6.3: Владеет способностью по составлению научных обзоров, рефератов и отчетов по тематике проводимых исследований</p>	<p>ПК-6.1: Основные понятия систем корней и на базе этого может подготовить научный обзор.</p> <p>ПК-6.2: Проводить полное качественное исследование систем корней, сочетая аналитические методы с численными результатами, полученными на компьютере и составлять научные обзоры, рефераты и отчеты по тематике проводимых исследований, а также подготовить научную публикацию.</p> <p>ПК-6.3: Математическим аппаратом систем корней и способен составить научный обзор, реферат и отчет по тематике проводимых исследований.</p>	Внеаудиторная контрольная работа	Зачёт: Контрольные вопросы

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2

<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>16</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>0</b>
- КСР	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>55</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b> <b>Зачёт</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	
Тема 1. Группы Кокстера.	24	4	0	4	20
Тема 2. Классификации систем корней. Схемы Дынкин. Группа Вейля.	27	8	0	8	19
Тема 3. Построение систем корней.	20	4	0	4	16
Аттестация	0				
КСР	1			1	
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>55</b>

#### **Содержание разделов и тем дисциплины**

1. Отражения. Диэдральная группа. Группы Кокстера. Условие замены.
2. Система корней ,группы порожденной отражениями. Системы корней ранга 2. Группа Вейля системы корней и ее свойства. Классификация систем корней.
3. Матрица Картана системы корней. Схема Дынкина. Классификация схем Дынкина. Построение систем корней.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Введение в теорию алгебр Ли. Часть I. Методическая разработка, ННГУ, 1983.  
 Введение в теорию алгебр Ли. Часть II. Методическая разработка, ННГУ, 1983.

**5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

**5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

**5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Внеаудиторная контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-6:**

1. Построить однородные системы корней ранга 2.
2. Построить системы типа В, С ранга 2.
3. Построить систему корней типа G<sub>2</sub>.
4. Найти группы Вейля систем корней ранга 2.
3. Найти углы между корнями.
4. Найти матрицу Картана системы корней типа G<sub>2</sub>.
5. Вычислить определители матриц Картана неприводимых систем корней.
6. Найти доминантные веса системы корней типа A<sub>2</sub>.

**Критерии оценивания (оценочное средство - Внеаудиторная контрольная работа)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Задание выполнено.
не зачтено	Задание не выполнено. Имели место грубые ошибки.

**5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации**

**Шкала оценивания сформированности компетенций**

Уровень сформированности компетенций (индикатора достиж	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				

<b>ения</b>							
<b>компет</b>							
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
<b>зачтено</b>	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».

	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-6

1. а-серия корней, содержащая b.
2. Простые корни. Базис системы корней. Найти базис системы корней ранга 2.
3. Базисы и камеры Вейля. Сопряженность камер Вейля.
4. Длины корней неприводимой системы.
5. Приведенные разложения элементов группы Вейля.
6. Матрицы Картана и схемы Дынкина системы корней.
7. Доказать, что схема Дынкин не содержит циклов.
8. Классификация систем корней.
9. Реализация систем корней типов A-D.
10. Автоморфизмы систем корней.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Продемонстрированы знание основных понятий и результатов теории систем корней, умения. решать типовые задачи
не зачтено	Не продемонстрированы знания основные понятий. Имели место грубые ошибки.

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

## Основная литература:

1. Бурбаки Н. Элементы математики. Группы и алгебры Ли. Группы Кокстера и системы Титса. Группы, порожденные отражениями. Системы корней / пер. с фр. А. И. Кострикина, А. Н. Тюрина ; под ред. А. И. Кострикина. - М. : Мир, 1972. - 331 с. : с черт. - 1.70., 4 экз.
2. Хамфрис Джеймс. Введение в теорию алгебр Ли и их представлений = Introduction to Lie algebras and representation theory / пер. с англ. Б. Р. Френкина ; под ред. Э. Б. Винберга. - М. : МЦНМО, 2003. - 216 с. : ил. - ISBN 5-900916-79-0. - ISBN 0-387-90053-5 (англ.). - ISBN 3-540-90053-5 (англ.) : 102.30., 1 экз.

## Дополнительная литература:

1. Гото Морикуни. Полупростые алгебры Ли / пер. с англ. А. И. Логинова, В. С. Шульмана ; под ред. Д. П. Желобенко. - М. : Мир, 1981. - 336 с. : ил. - 2.50., 2 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Электронная библиотека «Мир уравнений» (Eqworld)  
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/algebra.htm>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 01.03.01 - Математика.

Автор(ы): Кузнецов Михаил Иванович, доктор физико-математических наук, профессор.

Рецензент(ы): Титова Елена Борисовна.

Заведующий кафедрой: Золотых Николай Юрьевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 17.12.2025, протокол № протокол №6.