

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 от «30» ноября 2022 г. № 13

### **Рабочая программа дисциплины**

Системы корней

Уровень высшего образования  
бакалавриат

Направление подготовки / специальность  
01.03.01 Математика

Направленность образовательной программы  
Общий профиль

Форма обучения  
очная

Нижегород

2023 год

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к вариативной части Б1.В.ДВ.02.01.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01. «Системы корней» относится к части ООП направления подготовки 01.03.01 Математика формируемой участниками образовательных отношений.

## 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**	
ПК-6. Способен составлять научные обзоры, рефераты и отчеты по тематике проводимых исследований, а также подготовить научную публикацию	ПК-6.1. Знает специфику научных обзоров.	<b>Знать:</b>  Основные понятия систем корней и на базе этого может подготовить научный обзор.	Контрольная работа
	ПК-6.2. Умеет составлять научные обзоры, рефераты и отчеты по тематике проводимых исследований, а также подготовить научную публикацию.	<b>Уметь:</b> 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.	Контрольная работа
	ПК-6.3. Владеет способностью по составлению научных обзоров, рефератов и отчетов по тематике проводимых исследований.	<b>Владеть:</b> Математическим аппаратом систем корней и способен составить научный обзор, реферат и отчет по тематике проводимых исследований.	Контрольная работа

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная форма обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>2 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>16</b>
- занятия семинарского типа	
- текущий контроль (КСР)	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>55</b>
<b>Промежуточная аттестация – зачет</b>	

#### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)			в том числе														
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы												Самостоятельная работа обучающегося, часы		
				из них														
				Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего					
Очная			Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	
Тема 1. Группы Кокстера.	24			4								4			20			
Тема2.Классификации систем корней. Схемы Дынкина. Группа Вейля.	27			8								8			19			
Тема 3. Построение систем корней	20			4								4			16			

Текущий контроль (КСР)	1											1					
Промежуточная аттестация - зачет																	
Итого	72		16									17		55			

Текущий контроль успеваемости реализуется в форме опросов на занятиях лекционного типа. Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачет).

Практическая подготовка предусматривает выполнение проекта, решение прикладной задачи кейса.

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

Выполнение домашних практических заданий с последующей проверкой и обсуждением. Образовательный материал для самостоятельной работы студента:

1. Серр Ж.-П. Алгебры Ли и группы Ли. М.: Мир, 1968.  
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/algebra.htm>
2. Бурбаки Н. Группы и алгебры Ли. Ч. 3. М: Мир, 1978.  
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/algebra.htm>

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 6.2.

#### 4. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала.  Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа	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 негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	обучающего от ответа						
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающего 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 несущественным 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 владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающего 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 оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция

		сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	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»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения. .

### 6.2.1 Контрольные вопросы

<i>вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
1. Отражения. Диэдральная группа. Система корней группы порожденной отражениями.	ПК-6
2. Группа Кокстера. Условие замены.	ПК-6
3. Определение системы корней.	ПК-6
4. Системы корней ранга 2.	ПК-6
5. Группа Вейля системы корней и ее свойства.	ПК-6
6. Базисы и камеры Вейля.	ПК-6
7. Простые корни.	ПК-6
8. Неприводимые системы корней.	ПК-6
9. Матрица Картана системы корней. Схема Дынкина.	ПК-6
10. Классификация схем Дынкина.	ПК-6
11. Построение систем корней.	ПК-6
12. Автоморфизмы систем корней.	ПК-6

13. Теория весов.	ПК-6
-------------------	------

### 6.2.2. Типовые задания для оценки сформированности компетенции

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.

### 6.2.3 Типовые задачи для оценки сформированности компетенции

1. Построить однородные системы корней ранга 2.
2. Построить системы типа B, C ранга 2.
3. Построить систему корней типа  $G_2$ .
4. Найти группы Вейля систем корней ранга 2.
3. Найти углы между корнями.
4. Найти матрицу Картана системы корней типа  $G_2$ .
5. Вычислить определители матриц Картана неприводимых систем корней.
6. Найти доминантные веса системы корней типа  $A_2$ .

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) Основная литература

1. Бурбаки Н. Группы и алгебры Ли. Гл. 4-6. М: Мир, 1978.

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/algebra.htm>

### б) Дополнительная литература:

1. Серр Ж.-П. Алгебры Ли и группы Ли. М.: Мир, 1968.

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/algebra.htm>

### в) Интернет-ресурсы:

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

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой (лекционного и семинарского типа), оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

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 ВО ННГУ - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.01 Математика.

Автор (ы): д.ф.-м.н., проф. Кузнецов М.И.

Рецензент (ы)

Заведующий кафедрой: д.ф.м.н., проф. Золотых Н.Ю.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.