

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

КАФЕДРА АЛГЕБРЫ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы А.Х. Журтов
« 30 » мая 2023г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИФ и М В.И. Куниев
« 30 » мая 2023г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Алгебра Ли и группы лиева типа»

Направление подготовки

01.04.01 Математика

(код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки

Алгебра, математическая логика, теория чисел

(наименование профиля подготовки)

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения

Очная

Нальчик, 2023г.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Алгебра Ли и группы лиева типа»
/сост. А.А. Токбаева – Нальчик: КБГУ, 2023г.

Рабочая программа дисциплины «Алгебра Ли и группы лиева типа» предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 01.04.01 Математика профиль «Алгебра, математическая логика, теория чисел» в 3 семестре.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.04.01 Математика (уровень магистратуры) утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 10 января 2018 г. №12 (с изменениями и дополнениями). Редакция с изменениями №1456 от 26.11.2020 (Зарегистрировано в Минюсте России 06 февраля 2018 г. № 49940)

Содержание

1	Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2	Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	4
3	Требования к результатам освоения дисциплины	4
4	Содержание и структура дисциплины.....	6
5	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	8
6	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	16
7	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	21
7.1.	Нормативно-законодательные акты.....	21
7.2.	Основная литература.....	21
7.3.	Дополнительная литература.....	22
7.4.	Периодические издания.....	22
7.5.	Интернет-ресурсы.....	22
7.6.	Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы.....	25
8	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	28
	Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины.....	30
	Приложения	

1. Цели и задачи освоения дисциплины.

Цели дисциплины:

- получение базовых знаний по элементам алгебры Ли: понятия алгебры Ли, разрешимые и нильпотентные алгебры Ли, группы лиева типа;
- формирование умений и навыков по использованию элементов алгебры Ли в исследовательской работе;
- развитие логического мышления;
- формирование навыков владения современными методами анализа научной и научно-методической литературы.

Задачи дисциплины:

- усвоение основных понятий алгебр Ли и групп лиева типа;
- заложить базовые знания, необходимые для усвоения основных вопросов о группах Ли;
- способствовать формированию навыков работы с учебной, научной и научно-методической литературой;
- сформировать умения применять полученные знания для решения задач элементов алгебры Ли;
- дать представление о современном состоянии научных исследований в области алгебр Ли и сопряженных с ней областях знаний.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Алгебра Ли и группы лиева типа» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной образовательной программы по направлению подготовки 01.04.01 Математика, профиль «Алгебра, математическая логика, теория чисел».

Дисциплина является одной из основных дисциплин федеральной компоненты предметной подготовки магистра физико-математического образования по профилю «Алгебра, математическая логика, теория чисел». С простейшими свойствами групп студенты знакомы по общему курсу алгебры в 1-3 семестрах. В данном курсе излагаются элементы групп и алгебр Ли. Алгебры Ли появились в конце 19 века в связи с изучением групп Ли. С течением времени роль алгебр Ли возросла в математике, особенно, в геометрии и квантовой механике. Классическим достижением теории алгебр Ли является полная классификация конечно мерных комплексных полупростых алгебр Ли.

В результате изучения данной дисциплины студент должен научиться распознавать элементы алгебр Ли и групп лиева типа.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины.

В совокупности с другими дисциплинами профиля «Алгебра, математическая логика, теория чисел» дисциплина «Алгебра Ли и группы лиева типа» направлена на формирование следующей **универсальной компетенции** в соответствии ФГОС ВО 3++ и ОПОП ВО по направлению подготовки 01.04.01-Математика (уровень магистратуры):

УК-6. Способность определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.

Индикаторы достижения компетенции УК-6:

УК-6.1. Способен провести анализ собственной деятельности.

УК-6.2. Способен выделять главные параметры профессиональной деятельности и методы их решения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- определения основных понятий алгебр Ли и логических связей между ними;
- основы теории групп лиева типа и их свойства;
- методы решения задач;
- формулировки теорем;
- примеры групп и алгебр Ли;
- понятия теории групп (порядок группы, центр и централизатор, нормализатор, морфизмы групп, конечные и бесконечные группы, полная линейная группа и др.);
- описания алгоритмов (процессов построения объектов, решения задач, доказательств утверждений и др.).

Уметь:

- решать типичные задачи по теории конечных групп и элементам алгебры Ли;
- классифицировать системы корней ранга 1 и 2;
- вычислять коммутатор двух унитарных элементов групп Шевалле;
- представлять элементы групп Шевалле в канонической форме;
- записывать элементы групп лиева типа ранга 1 в матричной форме;
- доказывать основные теоремы о группах и алгебрах Ли; - применять полученные результаты для анализа конкретных примеров;
- понимать современную математическую литературу в данной области и ее применениях;
- задавать структуру группы Ли для конкретных групп;
- находить алгебры Ли для конкретных групп Ли;
- применять понятия и методы теории групп и алгебр Ли в научно-исследовательской работе.

Владеть:

- основными понятиями теории алгебр Ли и групп лиева типа;
- способами применения специальных математических и других способов познавательной деятельности к объектам теории групп (приемами анализа формулировок задач, теорем);
- методами и аппаратом теории групп;
- навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного использования методов теории групп и алгебр Ли;
- навыками профессионального мышления, необходимыми для самостоятельного изучения математической литературы по данной тематике.
- системой понятий, необходимых для понимания и решения задач, указанных выше.

4. Содержание и структура дисциплины

Таблица 1. Содержание дисциплины «Алгебра Ли и группы лиева типа», перечень оценочных средств и контролируемых компетенций

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4	5
3 семестр				
1	Предварительные сведения из теории линейных пространств.	1.Эндоморфизм векторного пространства. 2. Корневые подпространства.	УК-6	К, РК, ОУ, КР
2	Алгебры Ли: определение и свойства. Полупростые алгебры Ли.	1. Алгебры Ли. Определения. Свойства. 2. Разрешимые и нильпотентные алгебры Ли. 3. Подалгебра алгебры Ли. 4. Подалгебры Картана. 5. Полупростые алгебры Ли. Свойства.	УК-6	К, РК, УО, КР
3	Разрешимые и нильпотентные алгебры Ли. Разложение Картана	1. Картаново разложение. 2. Фундаментальные системы корней. 3.Теорема, позволяющая определить алгебры матрицы Картана. 4. Разложение Картана.	УК-6	К, РК, УО, КР
4	Группа Вейля. Классификация комплексных простых алгебр Ли.	1. Группа Вейля. 2. Классификация простых алгебр Ли. 3. Матрицы простых алгебр Ли.	УК-6	К, РК, УО, КР
5	Группы лиева типа. Группы Шевалле.	1. Группы лиева типа. 2. Группы Шевалле и их свойства. Базис Шевалле. 3. Коммутаторная формула Шевалле. 4. Унипотентные подгруппы. 5. Диагональная подгруппа. 6. Мономиальная подгруппа. 7. Подгруппы Бореля. Свойства. 8. Порядки конечных групп Шевалле. 9. Простые группы Шевалле. 10. Автоморфизмы групп Шевалле. 11. Скрещенные группы Шевалле.	УК-6	К, РК, УО, КР

В графе 5 приводятся планируемые формы текущего контроля: защита контрольной работы (КР), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), устный опрос (УО).

На изучение курса отводится 180 часа (5 з.е.), из них: контактная работа 72 ч., в том числе лекционных – 36 часов; практических (семинарских) – 36 часа; самостоятельная работа студента 81 часов; завершается экзаменом (27 часов).

Структура дисциплины

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.ед. (180ч.)

Вид работы	Трудоемкость, часов / зачетных единиц	
	III семестр	всего
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Контактная работа (в часах):	72	72
<i>Лекционные занятия (Л)</i>	36	36
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	36	36
<i>Семинарские занятия (СЗ)</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>
Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа:	108	108
Расчетно-графическое задание	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>
Реферат (Р)	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>
Эссе (Э)	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>
Контрольная работа (КР)	12	12
Самостоятельное изучение разделов	39	39
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	30	30
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	27	27
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
3 семестр	
1	Предварительные сведения из теории линейных пространств. <i>Цель и задачи изучения темы</i> – изучить основные сведения из теории линейных пространств, а именно эндоморфизм векторного пространства и корневые подпространства.
2	Алгебры Ли. Определения. Свойства. Полупростые алгебры Ли. <i>Цель и задачи изучения темы</i> – дать определения алгебры Ли и полупростых алгебр Ли, а также изучить их свойства.
3	Разрешимые и нильпотентные алгебры Ли. Разложение Картана <i>Цель и задачи изучения темы</i> -изучить разрешимые и нильпотентные алгебры Ли, подалгебру Картана, а также подалгебры алгебры Ли. Рассмотреть разложение Картана. Сформулировать и доказать теорему, позволяющую определить алгебры матрицы Картана.
4	Группа Вейля. Классификация комплексных простых алгебр Ли. <i>Цель и задачи изучения темы</i> – изучить группу Вейля и ее основные характеристики. Изучить матрицы простого порядка алгебр Ли и провести классификацию простых алгебр Ли.
5	Группы лиева типа. Группы лиева типа. Группы Шевалле. <i>Цель и задачи изучения темы</i> – изучить группы лиева типа, унитарную, диагональную и мономиальную подгруппы, группу и базис Шевалле а также подгруппы Бореля. Указать свойства, которыми обладают данные подгруппы. Вывести коммутаторную формулу Шевалле и изучить автоморфизмы группы Шевалле и скрещенные группы Шевалле.

Таблица 4. Практические занятия

№ п/п	Тема
1	Эндоморфизм векторного пространства.
2	Корневые подпространства.
3	Алгебры Ли. Определения. Свойства.
4	Разрешимые и нильпотентные алгебры Ли.
5	Подалгебра алгебры Ли.
6	Подалгебры Картана.
7	Полупростые алгебры Ли. Свойства.
8	Картаново разложение.
9	Фундаментальные системы корней.
10	Теорема, позволяющая определить алгебры матрицы Картана.
11	Разложение Картана.
12	Группа Вейля.
13	Классификация простых алгебр Ли. Матрицы простых алгебр Ли.
14	Группы лиева типа.
15	Группы Шевалле и их свойства. Базис Шевалле.
16	Коммутаторная формула Шевалле.
17	Унипотентные и диагональная подгруппы. Мономиальная подгруппа.
18	Подгруппы Бореля. Свойства.
19	Порядки конечных групп Шевалле. Простые группы Шевалле.
20	Автоморфизмы групп Шевалле. Скрещенные группы Шевалле.

Таблица 5. Лабораторные работы по дисциплине (модулю) – не предусмотрены

Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Свойства формы Киллинга полупростых алгебр Ли.
2	Канонический базис алгебры Ли.
3	Свойства групп Вейля.
4	Разложение Брюа. Теорема.
5	Алгебра Ли локально аналитической группы
6	Третья теорема Ли.
7	Алгоритмы Краскаля и Дейкстры.
8	Линейные представления полупростых алгебр Ли

5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются *текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация.*

5.1. Оценочные материалы для текущего контроля.

Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине.

Текущий контроль успеваемости – контроль, определяющий качество, глубину, объем усвоения знаний каждого раздела. Осуществляется преподавателем в ходе повседневной учебной работы и обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины. Формы проведения текущего контроля: проверка выполнения домашних заданий; проведение контрольных и тестовых работ с целью проверки практических умений по отдельным темам; ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, решение практических задач и выполнение заданий на практическом занятии. Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания

5.1.1. Вопросы по темам дисциплины «Алгебра Ли и группы лиева типа» (контролируемая компетенция УК-6)

Тема 1. Предварительные сведения из теории линейных пространств.

1. Эндоморфизм векторного пространства.
2. Корневые подпространства.

Тема 2. Алгебры Ли: определение и свойства. Полупростые алгебры Ли.

3. Алгебры Ли. Определения. Свойства.
4. Разрешимые и нильпотентные алгебры Ли.
5. Подалгебра алгебры Ли.
6. Подалгебры Картана.
7. Полупростые алгебры Ли. Свойства.

Тема 3. Разрешимые и нильпотентные алгебры Ли. Разложение Картана

8. Картаново разложение.
9. Фундаментальные системы корней.
10. Теорема, позволяющая определить алгебры матрицы Картана.
11. Разложение Картана.

Тема 4. Группа Вейля. Классификация комплексных простых алгебр Ли.

12. Группа Вейля.
13. Классификация простых алгебр Ли.
14. Матрицы простых алгебр Ли.

Тема 5. Группы лиева типа. Группы Шевалле.

15. Группы лиева типа.
16. Группы Шевалле и их свойства. Базис Шевалле.
17. Коммутаторная формула Шевалле.
18. Унипотентные подгруппы.
19. Диагональная подгруппа.
20. Мономимальная подгруппа.
21. Подгруппы Бореля. Свойства.
22. Порядки конечных групп Шевалле.
23. Простые группы Шевалле.

24. Автоморфизмы групп Шевалле.
25. Скрещенные группы Шевалле.

Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося. Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале (за 1 занятие):

2 балла ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал, даёт правильные определения понятий;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

1 балл ставится, если обучающийся:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения;
- 3) излагает материал непоследовательно.

0 баллов ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

Баллы могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за сумму ответов, данных студентом на протяжении занятия

5.1.2. Оценочные материалы для самостоятельной работы обучающегося (типовые задачи): контролируемая компетенция УК-6.

Перечень типовых задач для самостоятельной работы сформирован в соответствии с тематикой практических занятий по дисциплине «Алгебра Ли и группы лиева типа».

Задачи

1. Доказать, что линейное представление — есть морфизм группы Ли.
2. Найти алгебру Ли специальной линейной группы.
3. Доказать компактность ортогональной группы. Найти ее компоненты связности.
4. Доказать, что унитарная группа – группа Ли.
5. Пусть F – сюръективный гомоморфизм из группы Ли G в группу Ли H . Доказать, что H изоморфна $G/\text{Ker}F$.
6. Показать, что топологическое пространство $SU(2) = S^3$, а $SO(3) = S^3/Z_2$.
7. Покажите, что $SL(n, R)$ – производная алгебра для $GL(n, R)$.
8. Докажите, что алгебра $SL(2, R)$ нильпотентна.
9. Группа Ли гладко действует на многообразии M . Докажите, что каждая орбита – погруженное подмногообразие.
10. Докажите, что $SL(3, R)$ простая.

Методические рекомендации по решению задач.

Приступая к самостоятельному решению задач, необходимо внимательно прочесть теоретический материал по соответствующему вопросу темы. Важнейшие понятия этой темы: эндоморфизм векторного пространства, алгебры Ли, подалгебры Ли и Картана,

разложение Картана и др. Эти понятия следует выучить и разобраться в их соотношениях. При решении задач используются формулы, объяснение которых представлено в теме 1-3.

Задачи

1. Доказать, что ортогональная группа подгруппа полной линейной группы. Показать, что она изоморфна группе линейных преобразований векторного пространства, сохраняющих скалярное произведение.
2. Пусть ненулевая алгебра Ли L нильпотентна. Докажите, что в ней имеется идеал коразмерности 1.
3. Доказать, что присоединенная градуированная алгебра $gr(U(g))$ коммутативна.
4. Установить изоморфизм между группами $SO(2)$ и $U(1)$
5. Доказать, что центр Z в группе G образует абелеву инвариантную подгруппу в G .
6. Как вложить $GL(N, C) \rightarrow GL(2N, R)$ и увидеть, что это подмногообразие?
7. Доказать, что в случае многообразий свойства связности и линейно связности эквивалентны.
8. Пусть G – связная группа Ли, а F – сюръективный гомоморфизм из группы Ли G в группу Ли H с дискретным ядром. Покажите, что F – гладкое накрывающее отображение.
9. Пусть элементы C_1, \dots, C_N – алгебраически независимы. Доказать, что они порождают весь центр $Z(GL(N))$.
10. Зададим алгебру Ли g , векторное пространство V и отображение $g \rightarrow End(V)$. Показать, что алгебра Ли g есть модуль над самой собой.

Методические рекомендации по решению задач.

Приступая к самостоятельному решению задач, необходимо внимательно прочесть теоретический материал по соответствующему вопросу темы. Важнейшие понятия этой темы: группа Вейля, классификация простых алгебр Ли и их матрицы, группы лиева типа и группы Шевалле, коммутаторная формула Шевалле и др. Эти понятия следует выучить и разобраться в их соотношениях. При решении задач используются формулы, объяснение которых представлено в теме 4-5.

Критерии формирования оценок по заданиям для самостоятельной работы студента (типовые задачи):

«отлично» (3 балла) - обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно и логично его излагает. Свободно использует необходимые формулы при решении задач;

«хорошо» (2 балла) - обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, но допускает неточности в процессе решения задач;

«удовлетворительно» (1 балл) - обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении задач;

«неудовлетворительно» (0 баллов) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы и при решении задач.

5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля.

Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества

усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится три таких контрольных мероприятия по графику.

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

Контрольная работа. Контрольная работа – письменная работа небольшого объема, предполагающая проверку знаний заданного к изучению материала и навыков его практического применения. Проводится три раза в течение изучения дисциплины (семестр) в часы аудиторной работы. Не менее чем за 1 неделю до контрольной работы, преподаватель должен определить студентам исходные данные для подготовки: назвать разделы (темы, вопросы), по которым будут контрольные задания, теоретические источники для подготовки.

Контрольные работы могут состоять из одного или нескольких заданий практического и теоретического содержания. При выполнении контрольной работы пользоваться конспектами лекций, учебниками, задачками не разрешено. Длительность решения контрольных заданий составляет не более 90 минут.

5.2.1. Оценочные материалы для контрольной работы: контролируемая компетенция УК-6.

Типовые варианты контрольных работ:

Вариант 1

1. Доказать, что группа Ли G — линейная, если она изоморфна подгруппе Ли в $GL(N, R)$.
2. Доказать, что в случае многообразий свойства связности и линейно связности эквивалентны.
3. Покажите, что ядро любого гомоморфизма алгебр Ли $L \rightarrow M$ является идеалом в L .
4. Доказать, что ортогональная группа $O(N)$ является подгруппой Ли в группе Ли $GL(N, R)$.

Вариант 2

1. Найти фактор-группы аддитивной группы целых чисел по подгруппе чисел, кратных данному натуральному числу n .
2. Доказать, что любая подгруппа индекса 2 является нормальным делителем.
3. Доказать, что $t(n, K)$ разрешимая алгебра Ли и $ut(n, K)$ нильпотентная алгебра Ли.
4. Доказать, что группа унитарных матриц $U(N)$ является группой Ли.

Вариант 3

1. Доказать, что всякий дискретный нормальный делитель связной группы Ли G содержится в её центре. Напомним, что центр $Z(G)$ группы G состоит из $z \in G$ таких, что $zg = gz$ для любого $g \in G$.
2. Доказать, что если элементы a и b группы G перестановочны, т.е. $ab=ba$, и имеют конечные взаимно простые порядки r и s , то их произведение ab имеет порядок rs .
3. Найти все подгруппы циклической группы порядка 24.
4. Доказать, что отображение $ad: X \rightarrow ad X, g \rightarrow End(g)$ есть морфизм алгебр Ли. Причем в алгебре $End(g)$ выполнено $ad [X, Y] = [adX, adY] \Leftrightarrow$ Тождество Якоби.

Вариант 4

1. Найти смежные классы мультипликативной группы комплексных чисел, отличных от нуля, по подгруппе действительных чисел.
2. Доказать, что все бесконечные циклические группы изоморфны между собой.
3. Найти циклическую подгруппу симметрической группы S_5 , порожденную элементом $a = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}$.
4. Доказать, что всякое конечномерное представление компактной группы Ли унитаризуемо, т.е. найдется такое скалярное произведение, в котором представление унитарно.

Вариант 5

1. Какой элемент можно взять в качестве образующего элемента в циклической группе $\langle a \rangle_{10}$?
2. Найти подгруппу циклической группы $\langle a \rangle_6 = \{a^0, a^1, a^2, a^3, a^4, a^5\}$, порожденную элементом a^4 ?
3. Найти смежные классы аддитивной группы действительных чисел по подгруппе целых чисел.
4. Пусть G — группа Ли, а $G' \in G$ — замкнутая подгруппа. Тогда доказать, что G' — подгруппа группы Ли.

Критерии формирования оценок по контрольным точкам (контрольные работы)

4 балла - правильно выполнены все задания, продемонстрирован высокий уровень владения материалом, проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

3 балла - правильно выполнена большая часть заданий, присутствуют незначительные ошибки, продемонстрирован хороший уровень владения материалом, проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

2 балла - задания выполнены более чем наполовину, присутствуют серьезные ошибки, продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом, проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

1 балл - дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса существенными ошибками в определениях.

0 баллов - при полном несоответствии всем критериям и отсутствии ответа.

5.2.2 Оценочные материалы для проведения коллоквиума: контролируемая компетенция УК-6.

Коллоквиум — собеседование преподавателя с обучающимся с целью контроля глубины усвоения теоретического материала, изучения рекомендованной литературы. Коллоквиум - это форма контроля, вид помощи обучающимся и метод стимулирования их самостоятельной работы. Коллоквиум охватывает только раздел или тему изучаемой дисциплины.

Темы коллоквиума:

1. Эндоморфизм векторного пространства.
2. Корневые подпространства.
3. Алгебры Ли. Определения. Свойства.
4. Разрешимые и нильпотентные алгебры Ли.
5. Подалгебра алгебры Ли.
6. Подалгебры Картана.
7. Полупростые алгебры Ли. Свойства.
8. Картаново разложение.
9. Фундаментальные системы корней.
10. Теорема об определяемости алгебры матрицы Картана.
11. Разложение Картана.
12. Группа Вейля.
13. Классификация простых алгебр Ли.
14. Матрицы простых алгебр Ли.
15. Абстрактные системы корней.
16. Группы лиева типа.
17. Группы Шевалле.
18. Базис Шевалле.
19. Определение групп Шевалле и их свойства.
20. Коммутаторная формула Шевалле
21. Унипотентные подгруппы.
22. Диагональная подгруппа.
23. Мономиальная подгруппа.
24. Подгруппы Бореля. Свойства.
25. Порядки конечных групп Шевалле.
26. Простые группы Шевалле.
27. Автоморфизмы групп Шевалле.
28. Скрещенные группы Шевалле.

Критерии формирования оценок по контрольным точкам (коллоквиум)

«отличный (высокий) уровень компетенции» (5 баллов) - ставится в случае, когда обучающийся демонстрирует знание теоретического материала на 100%;

«хороший (нормальный) уровень компетенции» (4 баллов) - ставится в случае, когда обучающийся демонстрирует знание теоретического материала на 70%;

«удовлетворительный (минимальный, пороговый) уровень компетенции» (3 балла) – ставится в случае, когда обучающийся затрудняется с правильной формулировкой теоретического материала, дает неполный ответ, демонстрирует знание теоретического материала на 50%;

«неудовлетворительный (ниже порогового) уровень компетенции» (2 и менее баллов) – ставится в случае, когда обучающийся дает неверную формулировку теоретического материала, дает неверный ответ, демонстрирует незнание теоретического материала или знание материала менее чем на 40% задач.

5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации.

Целью промежуточной аттестации по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися. Она предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую

оценку знаний в виде проведения зачета. Промежуточная аттестация может проводиться в устной или письменной форме. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

ВОПРОСЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЭКЗАМЕН

(контролируемая компетенция УК-6)

1. Эндоморфизм векторного пространства.
2. Корневые подпространства.
3. Алгебры Ли. Определения. Свойства.
4. Разрешимые и нильпотентные алгебры Ли.
5. Подалгебра алгебры Ли.
6. Подалгебры Картана.
7. Полупростые алгебры Ли. Свойства.
8. Картаново разложение.
9. Фундаментальные системы корней.
10. Теорема, позволяющая определять алгебры матрицы Картана.
11. Группа Вейля.
12. Классификация простых алгебр Ли. Матрицы простых алгебр Ли.
13. Абстрактные системы корней.
14. Группы лиева типа.
15. Группы Шевалле и их свойства.
16. Базис Шевалле.
17. Коммутаторная формула Шевалле.
18. Унипотентные подгруппы.
19. Диагональная подгруппа.
20. Мономиальная подгруппа.
21. Подгруппы Бореля. Свойства.
22. Порядки конечных групп Шевалле.
23. Простые группы Шевалле.
24. Автоморфизмы групп Шевалле.
25. Скрещенные группы Шевалле.

Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:

«отлично» (30 баллов) – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок, решено 100% задач;

«хорошо» (24-29 баллов) – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

«удовлетворительно» (15-23 балла) – получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых

ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач;

«неудовлетворительно» (0-14 баллов) – получают обучающиеся, которые допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач.

6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

- *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения.
- *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 –баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины «Алгебра Ли и группы лиева типа» в 3 семестре является экзамен.

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из следующих составляющих приложения 2.

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Критерии оценки качества освоения дисциплины

Оценка «отлично»– от 91 до 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердое знания основного (программного) материала, есть несущественные неточности при ответе на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

6.1. Оценочные материалы для выполнения курсовой работы по дисциплине.

Смысл написания курсовой работы состоит в приобретении студентом навыков самостоятельного решения практических проблем с научных позиций и письменного изложения полученных результатов по выбранной теме (теоретическая часть, формирование и закрепление системы знаний, умений и навыков по данной теме, самостоятельного проведения различных этапов исследования).

Порядок подготовки курсовой работы содержит следующие этапы:

- выбор темы и согласование ее с научным руководителем;
- формирование структуры курсовой работы;
- сбор материала и его обработка;
- подбор литературы по теме, подготовка библиографии изучаемого вопроса;
- формирование основных теоретических положений, выводов и рекомендаций;
- подготовка и оформление курсовой работы;
- сдача подготовленной курсовой работы научному руководителю;
- доработка текста по замечаниям научного руководителя.

При выполнении курсовой работы студенту необходимо систематически консультироваться с научным руководителем по вопросам написания работы (план работы, методика написания, анализ полученных результатов).

Курсовая работа должна состоять из следующих частей:

- титульный лист,
- содержание (оглавление),
- введение,
- основной текст (разбитый на пункты и подпункты),
- заключение,
- список использованных источников и литературы,
- приложения.

Титульный лист. Титульный лист является первой страницей курсовой работы и выполняется строго по образцу, приведенному на кафедре.

Содержание (оглавление). Содержание (оглавление) отражает структуру курсовой работы и помещается после титульного листа. Оглавление включает в себя: список принятых сокращений; введение; наименования всех глав, пунктов и подпунктов; заключение; список использованных источников и литературы; приложения с указанием номеров страниц, с которых они начинаются. Нумерация страниц оформляется арабскими цифрами. Наименования глав не должны повторять название курсовой работы, а заголовки пунктов – названия глав.

Введение. Курсовая работа начинается с введения. Во введении автор должен показать актуальность избранной проблемы, степень ее разработанности в литературе, новизну темы, связь данного исследования с другими научно-исследовательскими работами. Здесь формулируются цель и задачи исследования, указываются объект, предмет, методика и методология исследования, обосновывается структура работы.

Основная часть. В основной части автор раскрывает содержание курсовой работы. Основная часть отражает итоги теоретической и практической работы студента, проведенной по избранной теме, содержит результаты исследования, выводы и конкретные предложения по проблеме. Основная часть курсовой работы делится на главы. Главы основной части могут делиться на пункты и подпункты. Каждый пункт должен содержать законченную информацию.

Заключение. В заключении автор подводит итоги исследования в соответствии с определенными во введении задачами курсовой работы, делает теоретические обобщения, формулирует выводы и практические рекомендации.

Список использованных источников и литературы. Список должен содержать перечень источников и литературы, использованных при выполнении курсовой работы. Образец оформления списка использованных источников и примеры библиографического описания приведены в <http://www.ipr-ras.ru/gost-2008-references.pdf>.

Приложения. Приложение оформляют как продолжение курсовой работы на ее последующих страницах и располагают в порядке появления ссылок на них в тексте работы. В приложения рекомендуется включать материалы, связанные с выполнением курсовой работы, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть исследования. По содержанию приложения разнообразны. Это могут быть копии подлинных документов, выдержки из отчетных материалов, протоколов, отдельные положения из инструкций и правил, ранее не опубликованные тексты, переписка. По форме они могут представлять собой текст, таблицы, графики, схемы. Каждое приложение, как правило, имеет самостоятельное значение, поэтому оно должно начинаться с новой страницы, иметь тематический заголовок, напечатанный прописными буквами. В правом верхнем углу над заголовком прописными буквами должно быть напечатано слово «приложение». Если приложений в курсовой работе более одного, их следует пронумеровать арабскими цифрами (без знака №), например: ПРИЛОЖЕНИЕ 1, ПРИЛОЖЕНИЕ 2 и т. д. Рисунки, таблицы и схемы, помещаемые в приложении, нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого приложения, например: «Рис. 1.1» (первый рисунок первого приложения); «Таблица 1.2» (вторая таблица первого приложения).

Примерные темы курсовых работ:

1. Основные числа теории графов
2. Эйлеровы и гамильтоновы графы
3. Реберно регулярные графы
4. Алгебра Ли локально аналитической группы
5. О числе решений, диофантовых уравнений первой степени связанных с комбинаторикой
6. Линейные представления полупростых алгебр Ли
7. Автоморфизмы конечных групп
8. Конечные поля и их свойства

9. Графы Петерсена, Шрикханде, Клебша и их основные характеристики.
10. Тела вращения. Свойства
11. Дистанционно регулярные локально $GQ(4,t)$ -графы
12. Алгебра кватернионов. Матричное представление кватернионов
13. О сильно регулярных графах с $b_1 < 26$
14. Разрешимые и сверхразрешимые группы
15. Циклы в графах
16. Псевдогеометрические графы частичных геометрий.
17. Конечные группы с независимыми подгруппами Шмита
18. Сильно регулярные графы без треугольников
19. Модулярные и дистрибутивные решетки.
20. Хорошие и почти хорошие пары и тройки вершин в реберно регулярных графах
21. О свойствах N - групп
22. Симметрические группы S_n лагранжева тогда и только тогда, когда $n \leq 4$
23. О применении степенных рядов к разбиениям чисел на слагаемые
24. О классах ассоциированных чисел в квадратичных полях
25. О числе классов ассоциированных чисел в мнимых квадратичных полях
26. Примеры групп, максимальные подгруппы которых независимы.
27. Решение задачи построения максимального паросочетания методом чередующихся цепей.
28. Графы с весами. Задача о кратчайшем соединении.
29. Группы поворотов двойной пирамиды и правильных многогранников.
30. Группы автоморфизмов графов с параметрами $(100,33,8,12)$ и $(100,66,44,42)$

Критерии оценивания курсовой работы:

Оценка курсовой работы «отлично». Курсовая работа будет оценена педагогом на «отлично», если во введении приводится обоснование выбора конкретной темы, полностью раскрыта актуальность её в научной отрасли, чётко определены грамотно поставлены задачи и цель курсовой работы. Основная часть работы демонстрирует большое количество прочитанных автором работ. В ней содержатся основные термины и они адекватно использованы. Критически прочитаны источники: вся необходимая информация проанализирована, вычленена, логически структурирована. Присутствуют выводы и грамотные обобщения. В заключении сделаны логичные выводы, а собственное отношение выражено чётко. Автор курсовой работы грамотно демонстрирует осознание возможности применения исследуемых теорий, методов на практике. Приложение содержит цитаты и таблицы, иллюстрации и диаграммы: все необходимые материалы. Курсовая работа написана в стиле академического письма (использован научный стиль изложения материала). Автор адекватно применял терминологию, правильно оформил ссылки. Оформление работы соответствует требованиям ГОСТ, библиография, приложения оформлены на отличном уровне. Объём работы заключается в пределах от 20 до 30 страниц.

Оценка курсовой работы «хорошо». Курсовая работа на «хорошо» во введении содержит некоторую нечёткость формулировок. В основной её части не всегда проводится критический анализ, отсутствует авторское отношение к изученному материалу. В заключение неадекватно использована терминология, наблюдаются незначительные

ошибки в стиле, многие цитаты грамотно оформлены. Допущены незначительные неточности в оформлении библиографии, приложений.

Оценка курсовой работы «удовлетворительно». Курсовая работа на «удовлетворительно» во введении содержит лишь попытку обоснования выбора темы и актуальности, отсутствуют чёткие формулировки. Расплывчато определены задачи и цели. Основное содержание - пересказ чужих идей, нарушена логика изложения, автор попытался сформулировать выводы. В заключении автор попытался сделать обобщения, собственного отношения к работе практически не проявил. В приложении допущено несколько грубых ошибок. Не выдержан стиль требуемого академического письма по проекту в целом, часто неверно употребляются научные термины, ссылки оформлены неграмотно, наблюдается плагиат.

Оценка курсовой работы «неудовлетворительно». При оценивании такой курсовой работы, ее недостатки видны сразу. Курсовая работа на «неудовлетворительно» во введении не содержит обоснования темы, нет актуализации темы. Не обозначены и цели, задачи проекта. Скупое основное содержание указывает на недостаточное число прочитанной литературы. Внутренняя логика всего изложения проекта слабая. Нет критического осмысления прочитанного, как и собственного мнения. Нет обобщений, выводов. Заключение таковым не является. В нём не приведены грамотные выводы. Приложения либо вовсе нет, либо оно недостаточно. В работе наблюдается отсутствие ссылок, плагиат, не выдержан стиль, неадекватное использование терминологии. По оформлению наблюдается ряд недочётов: не соблюдены основные требования ГОСТ, а библиография с приложениями содержат много ошибок. Менее 20 страниц объём всей работы.

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенции УК-6 представлены в таблице 7

Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Индикаторы достижения компетенции (для планирования результатов обучения по элементам образовательной программы и соответствующих оценочных средств)	Вид оценочного материала, обеспечивающие формирование компетенций
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, профессионального и личностного развития с учетом интересов общества. Умеет планировать свое рабочее время и время для саморазвития. формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной	ИД-1_УК-6.1. Способен провести анализ собственной деятельности. ИД-2_УК-6.2. Способен выделять главные параметры профессиональной деятельности и методы их решения	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1) Оценочные материалы для самостоятельной работы (типовые задачи раздел 5.1.2.) Оценочные материалы для контрольной работы (раздел 5.2.1) Оценочные материалы для проведения коллоквиума (раздел 5.2.2.) Типовые оценочные материалы к экзамену

	<p>деятельности, индивидуально-личностных особенностей и потребностей общества.</p> <p>Имеет практический опыт организации собственной деятельности с учетом временных, личностных и основ здорового образа жизни.</p>		(раздел 5.3.)
--	---	--	---------------

7. Учебно – методическое обеспечение дисциплины

7.1. Нормативно-законодательные акты

1. Гражданский кодекс РФ: [электронный ресурс]// Доступ из справочной системы "Гарант". <http://www.garantexpress.ru>.
2. Приказ Министерства образования и науки РФ от 10 января 2018 г. № 12 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура по направлению подготовки 01.04.01 Математика" (с изменениями и дополнениями от 08.02.2021г.). Редакция с изменениями № 1456 от 26.11.2020
http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Mag/010401_%D0%9C_3_17062021.pdf
3. Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012 N 273-ФЗ
http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/

7.2.Основная литература.

4. Лыткина Д.В. Алгебраические структуры [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лыткина Д.В., Храмова Т.В.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016.— 108 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69535.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Кочетова Ю.В. Упорядоченные системы: решетки, группы. Курс лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кочетова Ю.В., Ширшова Е.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский педагогический государственный университет, 2014.— 64 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70026.html>.— ЭБС «IPRbooks»
6. Желобенко, Д.П. Компактные группы Ли и их представления : учебное пособие / Д.П. Желобенко. — 2-е изд., доп. — Москва : МЦНМО, 2007. — 552 с. — ISBN 978-5-94057-302-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/9335>
7. Маргулис, Г.А. Дискретные подгруппы полупростых групп Ли : учебное пособие / Г.А. Маргулис. — Москва : МЦНМО, 2007. — 464 с. — ISBN 978-5-94057-174-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/9369>
8. Монахов В.С. Введение в теорию конечных групп и их классов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Монахов В.С.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2006.— 207 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20264.html>.— ЭБС «IPRbooks».

7.3. Дополнительная литература

9. Корзнякова Ю.В. Алгебраические структуры с двумя бинарными операциями [Электронный ресурс]: учебное пособие./ Корзнякова Ю.В.— Электрон. текстовые данные.— Пермь: Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, 2013.— 78 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/32027.html>.— ЭБС «IPRbooks»
10. Розенфельд, Б.А. Геометрия групп Ли. Симметрические, параболические и периодические пространства : учебное пособие / Б.А. Розенфельд, М.П. Замаховский. — Москва : МЦНМО, 2003. — 560 с. — ISBN 5-94057-032-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/9406>
11. Никонова Н.В. Основные понятия алгебры в вопросах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Никонова Н.В., Никонова Г.А.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014.— 83 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61990.html>.— ЭБС «IPRbooks»
12. Леповски Дж. Введение в вершинные операторные алгебры и их представления [Электронный ресурс]/ Леповски Дж., Ли Х.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2008.— 424 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16496.html>.— ЭБС «IPRbooks»

7.4. Периодические издания.

13. Вестник МГУ Серия 1. Математика. Механика.
14. Известия РАН. Серия математическая
15. Успехи математических наук

7.5. Интернет – ресурсы.

При изучении дисциплины «Алгебра Ли и группы лиева типа» обучающиеся обеспечены доступом (удаленный доступ) к ресурсам:

– *общие информационные, справочные и поисковые:*

16. Справочная правовая система «Гарант». URL: <http://www.garant.ru>.
17. Справочная правовая система «КонсультантПлюс».URL: <http://www.consultant.ru>
18. Библиотека КБГУ <http://lib.kbsu.ru>

Перечень актуальных электронных информационных баз данных, к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ (2023-2024 уч.г.)

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
1.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Лицензионное соглашение №14830 от 01.08.2014г. Бессрочное	Полный доступ

		также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе			
2.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	http://www.studmedlib.ru http://www.medcollegelib.ru	ООО «Консультант студента» (г. Москва) Договор №750КС/07-2022 От 26.09.2022 г. Активен до 30.09.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
3.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	http://www.studmedlib.ru	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №849КС/03-2023 от 11.04.2023 г. Активен до 19.04.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
4.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://e.lanbook.com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №41ЕП/223 от 14.02.2023 г. Активен до 15.02.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
5.	ЭБС «Лань»	Коллекция электронных изданий «ФПУ. 10-11 кл. Изд-во «Просвещение». Общеобразовательные предметы.	https://e.lanbook.com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №246ЕП/223 от 31.07.2023 г. Активен до 01.09.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
6.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	https://rusneb.ru/	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/1666-п от 10.09.2020г. Бессрочный	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
7.	ЭБС «IPSMART»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных	http://iprbookshop.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа»	Полный доступ (регистрация по

		изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.		(г. Москва) Договор №75/ЕП-223 от 23.03.2023 г. Активен до 02.04.2024г.	IP-адресам КБГУ)
8.	ЭБС «IPSMART» (ЭОР РКИ)	Тематическая коллекция «Русский язык как иностранный» Издательские коллекции: «Златоуст»; «Русский язык. Курсы»; «Русский язык» (Курсы УМК «Русский язык сегодня» - 6 книг)	http://iprbookshop.ru/ http://www.ros-edu.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) Договор №142/ЕП-223 от 18.05.2023 г. срок предоставления лицензии: с 01.06.2023 по 01.06.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://urait.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №305/ЕП-223 От 27.10.2022 г. Активен до 31.10.2023 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
10.	ЭБС «Юрайт» для ВО	Электронные версии 8000 наименований учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для ВО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://urait.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №44/ЕП-223 От 16.02.2023 г. Активен с 01.03.2023 г. по 29.02.2024 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
11.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	http://polpred.com	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ
12.	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	http://www.prilib.ru	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) Соглашение от 15.11.2016г. Бессрочный	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №115, 214)

Кроме того обучающиеся могут воспользоваться профессиональными поисковыми системами:

21. Полнотекстовая база данных ScienceDirect: URL:<http://www.sciencedirect.com>.
22. Математическая интернет-библиотека URL: <https://math.ru/lib/cat/>

Для эффективного усвоения дисциплины, помимо учебного материала, студентам необходимо пользоваться данными всемирной сети Интернет, такими сайтами, как:

23. Математическая энциклопедия - PlanetMath.Org

24. Глоссарий по математике http://www.glossary.ru/cgiin/gl_sch2.cgi?RMgylsgyoqg

25. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://www.elibrary.ru>

26. Образовательный математический сайт URL: <http://www.exponenta.ru>

7.6. Методические указания по проведению различных учебных занятий и видов самостоятельной работы.

Учебная работа по дисциплине «Алгебра Ли и группы лиева типа» состоит из контактной работы (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы. Соотношение лекционных и практических занятий к общему количеству часов соответствует учебному плану направления 01.04.01 – Математика, профиль «Алгебра, математическая логика, теория чисел»

Для подготовки к практическим занятиям необходимо рассмотреть контрольные вопросы, при необходимости обратиться к рекомендуемой литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

Методические рекомендации по изучению дисциплины «Алгебра Ли и группы лиева типа» для обучающихся

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий, занести в свою рабочую тетрадь темы и сроки проведения семинаров. При изучении дисциплины обучающиеся выполняют следующие задания: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы; выполняют самостоятельные работы, участвуют в выполнении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий

Курс изучается на лекциях, семинарах, при самостоятельной и индивидуальной работе обучающихся. Обучающийся для полного освоения материала должен не пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Лекции включают все темы и основные вопросы теории и практики. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к семинарским занятиям.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов практических занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по определенным темам. Обучающиеся должны регулярно готовиться к семинарским занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе

Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций.

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из

рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные ручки и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий. Остальное должно быть записано своими словами. Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Практические (семинарские) занятия – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии студентов. Практические занятия способствуют углубленному изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы обучающихся.

Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе подготовки к семинарскому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить практические задания. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы, дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся - способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процесса преподавателей.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций: развивающую, информационно-обучающую, ориентирующую и стимулирующую, воспитывающую, исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
2. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
3. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории.

При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых

заданий и задач. Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования, виртуальные лекции, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернет.

Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий - это ряд тестов «on-line», которые позволяют определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

Методические рекомендации по работе с литературой

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную, дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

Предварительное чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

Сквозное чтение предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

Выборочное – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

Аналитическое чтение – это критический разбор текста с последующим его конспектированием.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации.

Подготовка к экзамену должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

8.1. Требования к материально-техническому обеспечению

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа используются:

лицензионное программное обеспечение:

- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal License
- Пакет офисного программного обеспечения Р7-Офис. Профессиональный (Десктопная версия)

свободно распространяемые программы:

- Web Browser – Firefox;
- AcademicMarthCADLicense - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;
- AdobeReader для Windows – программа для чтения PDF файлов;
- DjvuReader – приложения для распознавания, конвентирования и работы с Djvu файлами;
- Foxit PDF Reader - для просмотра электронных документов в стандарте PDF;
- Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows.

8.2 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые) - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;
3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие) – звукоусиливающая аппаратура, мультимедийные средства и

другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения зачета/экзамена оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на зачете/экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- по желанию студента зачет/экзамен может проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента зачет/экзамен проводится в устной форме.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

в рабочую программу по дисциплине «Алгебра Ли и группы лиева типа»
по направлению подготовки 01.04.01 – Математика
(магистерская программа: Алгебра, математическая логика, теория чисел)
на _____ учебный год

№п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры алгебры и дифференциальных уравнений протокол № _____ от " ____ " _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ /Нирова М.С. /

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№ п/п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1.	Посещение занятий	до 10 баллов	до 3 б.	до 3б.	до 4б.
2.	Текущий контроль:	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10б.
	Ответ на 5 вопросов	от 0 до 15 б.	от 0 до 5б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5б.
	Полный правильный ответ	до 15 баллов	5 баллов	5 баллов	5 баллов
	Неполный правильный ответ	от 3 до 15 б.	от 1 до 5б.	от 1 до 5б.	от 1 до 5б.
	Ответ, содержащий неточности, ошибки	0б.	0б.	0б.	0б.
3.	Выполнение самостоятельных заданий (решение задач)	от 0 до 10б.	от 0 до 3б.	от 0 до 3б.	от 0 до 4б.
	Рубежный контроль	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	контрольная работа	от 0 до 15б.	от 0 до 5б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5б.
	коллоквиум	от 0 до 15б.	от 0 до 5б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5б.
	Итого сумма текущего и рубежного контроля	до 70 баллов	до 23 баллов	до 23 баллов	до 24 баллов
5.	Первый этап (базовый) уровень) – оценка «удовлетворительно»	не менее 36б.	не менее 12б.	не менее 12б.	не менее 12б.
6.	Второй этап (продвинутый) уровень) – оценка «хорошо»	менее 70б. (51-69 б.)	менее 23б.	менее 23б.	менее 24б.
7.	Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично»	не менее 70б.	не менее 23б.	не менее 23б.	не менее 24б.

Шкала оценивания планируемых результатов обучения

Текущий и рубежный контроль

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
3	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценку «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценку «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценку «отлично».

Промежуточная аттестация

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
3	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.

	только на один вопрос	экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.	контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос.	
--	-----------------------	---	---	--