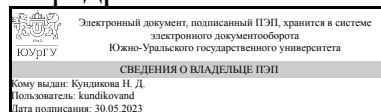


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



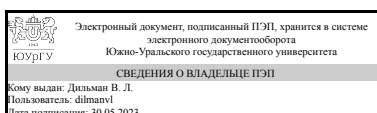
Н. Д. Кундикова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.14 Теория групп
для направления 03.03.01 Прикладные математика и физика
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Прикладные математика и физика
форма обучения очная
кафедра-разработчик Математический анализ и методика преподавания математики

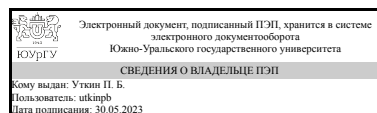
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 890

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., доц.



В. Л. Дильман

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент



П. Б. Уткин

1. Цели и задачи дисциплины

Цель - ознакомление студентов с основными понятиями и фактами теории групп и их представлений. Задачи - выработать у студентов навыки работы с группами и их представлениями для дальнейшего использования теоретико-групповых методов и методов теории симметрии в учебной работе и дальнейшей профессиональной деятельности.

Краткое содержание дисциплины

Краткое содержание дисциплины Основные понятия и теоремы теории групп: аксиоматическое определение группы, основные термины, примеры; гомоморфизмы групп; группа перестановок; нормальные подгруппы и фактор-группа; теоремы Кэли, Лагранжа, теорема о гомоморфизме; внешнее и внутреннее произведение групп, теорема о структуре конечных абелевых групп; классы сопряженных элементов. Элементы теории представлений: определение линейного представления; ортогональные и унитарные представления; приводимость представлений; характеры представлений; ортогональные соотношения Шура для конечных групп; регулярное представление группы и тождество Бернсайда.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Знает: определение линейного представления группы, эквивалентных представлений; определение унитарных представлений; теорему об эквивалентности линейного представления конечной группы унитарному представлению; определение инвариантного подпространства представления, приводимого и неприводимого представления. Умеет: находить стандартное представление группы S_n и ее подгрупп; находить регулярное представление групп малых порядков; находить группу характеров циклических групп; находить группу характеров конечных абелевых групп; находить число неприводимых представлений конечных групп малых порядков и степени этих представлений. Имеет практический опыт: нахождения неприводимых представлений и характеров для групп малых порядков.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Введение в специальность	Безопасность жизнедеятельности, Цифровые технологии и искусственный интеллект в оптике,

	Дополнительные главы высшей математики, Физика поверхности, Физика конденсированного состояния, Теория волн, Функциональный анализ
--	--

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Введение в специальность	Знает: дифракционную теорию оптических инструментов; теорию люминесценции; устройство лазеров на красителях; принципы работы оптических приборов; области и границы применения различных методов исследования и их возможные погрешности. Умеет: критически оценивать применимость различных методик и методов при проведении исследований, используя для этого теоретические знания. Имеет практический опыт:

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 104,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	96	96
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	64	64
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	39,5	39,5
Выполнение домашних заданий	8	8
Выполнение индивидуальных заданий для самостоятельной работы	12	12
Подготовка к дифференцированному зачету	19,5	19,5
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основные понятия и теоремы теории групп.	46	14	32	0

2	Элементы теории представлений	50	18	32	0
---	-------------------------------	----	----	----	---

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Определение группы, примеры. Порядок группы, порядок элемента. 2 Примеры групп: Z , полная линейная группа, группа корней n -й степени из 1, группа вычетов по модулю n , группа вращений правильного n -угольника.	2
2	1	Подгруппы, циклические подгруппы, циклическая группа, образующая. Гомоморфизмы групп. Ядро и образ гомоморфизма. Изоморфизм. Описание циклических групп с точностью до изоморфизма.	2
3	1	Симметрическая группа и теорема Кэли.	2
4	1	Смежные классы и теорема Лагранжа. Разбиение группы на смежные классы	2
5	1	Нормальные подгруппы и факторгруппы. Гомоморфизмы и нормальные подгруппы. Теорема о гомоморфизме.	2
6	1	Внешние и внутренние произведения групп.	2
7	1	Классы сопряженных элементов. Разбиение группы на сопряженные элементы. Сопряжение в симметрической группе и полной линейной группе.	2
8	2	Определение линейных и матричных представлений группы. Унитарные представления. Эквивалентные представления. Теорема об эквивалентности линейного представления конечной группы унитарному представлению.	2
9	2	Унитарные одномерные представления (характеры) абелевых групп. Характеры циклических групп. Характеры прямого произведения конечных абелевых групп.	2
10	2	Приводимые и неприводимые представления. Прямая сумма представлений. Вполне приводимые представления. Теорема Машке.	2
11	2	Групповая алгебра конечной группы и ее центр. Центральные функции. Базис и размерность центра групповой алгебры.	2
12	2	След оператора и его свойства. Характер представления и его свойства. Леммы Шура о сплетающих операторах неприводимых представлений.	2
13	2	Соотношения ортогональности Шура для матричных элементов неприводимых представлений конечной группы. Соотношения Шура для унитарных неприводимых представлений. Конечность числа неэквивалентных неприводимых представлений конечной группы.	2
14	2	Полный набор неэквивалентных неприводимых представлений конечной группы. Соотношения ортогональности для характеров и их следствия.	2
15	2	Регулярное представление конечной группы. Характер регулярного представления. Разложение регулярного представления по полному набору неприводимых представлений.	2
16	2	Тождество Бернсайда. Ортонормированный базис групповой алгебры из матричных элементов полного набора унитарных неприводимых представлений. Ортонормированный базис центра групповой алгебры из характеров унитарных представлений.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Аксиомы группы. Простейшие следствия аксиом. Порядок группы и порядок элемента. Примеры групп. Таблица Кэли конечной группы.	2

2	1	Определение подгруппы, циклической подгруппы. Образующий элемент циклической подгруппы. Циклическая группа. Подгруппа циклической группы.	2
3	1	Определение гомоморфизма групп. Ядро и образ гомоморфизма. Мономорфизм, эпиморфизм, изоморфизм, автоморфизм. Сопряжение как автоморфизм. Таблица Кэли конечных групп. Теорема о изоморфности конечных циклических групп одного порядка. ИЗ-1	2
4	1	Перестановки степени n . Произведение перестановок. Обратная к 2 перестановке. Группа S_3 (перечисление всех перестановок группы, ее неабелевость, таблица Кэли, порядок элементов).	2
5	1	Реализация конечных групп m_3, Z_3, C_3 как подгрупп S_n . Группы симметрии и группы вращений правильных многоугольников и их реализация как как подгрупп S_n .	2
6	1	Группы диэдра D_1, D_2, D_3, D_4 . Четверная группа Клейна V_4 как группа вращений правильного тетраэдра вокруг осей, соединяющих середины скрещивающихся ребер. Группа симметрии тетраэдра. ИЗ-2	2
7	1	Цикловая структура перестановки. Определение цикла. Независимые циклы. Порядок цикла. Разложение перестановки в произведение независимых циклов. Транспозиция. Разложение перестановки в произведение транспозиций. Инверсия в перестановке. Знак инверсии. Основное свойство знака перестановки. Формула для знака перестановки. Знакопеременная группа A_n .	2
8	1	Правые и левые смежные классы группы по подгруппе. Сравнения по модулю подгруппы как отношение эквивалентности. Нахождение разбиения групп на смежные классы по подгруппе. Биекция между множествами правых и левых смежных классов по подгруппе. Примеры разбиений группы на смежные классы. Нахождения индекса подгруппы.	2
9	1	Нормальная подгруппа: эквивалентные определения нормальной подгруппы, примеры нормальных подгрупп, нормальность подгруппы индекса 2, нормальность A_n в S_n , пример не нормальной подгруппы, простые группы, пример простой группы. ИЗ-3	2
10	1	Примеры построения факторгрупп. Тест 1 "Основные определения теории групп"	2
11	1	Внешнее произведение групп. Свойства множителей во внешнем прямом произведении групп.	2
12	1	Разложение группы в прямое произведение подгрупп, внутреннее прямое произведение. Связь между внешним и внутренним прямыми произведениями. ИЗ-4	2
13	1	Неразложимые и разложимые группы. Примеры неразложимых групп. Неразложимость циклической групп порядка p^m , p - простое число.	2
14	1	Разложимость циклической группы составного порядка. Теорема Фробениуса о структуре конечных абелевых групп. Описание конечных групп малых порядков.	2
15	1	Сопряженные элементы. Разложение группы на классы сопряженных элементов. Сопряжение в группе S_n . Сопряжение в группе $GL(n, C)$. ИЗ-5, П-1	2
16	1	КР-1 "Элементы теории групп".	2
17	2	Унитарные конечномерные пространства и унитарные операторы.	2
18	2	Линейное представление - основные понятия (пространство представления, степень представления, операторы представления, матричные конечномерные представления). Стандартное представление группы S_3 .	2
19	2	Разбор теоретических вопросов: доказательство эквивалентности любого комплексного представления конечной группы унитарному представлению.	2

		Примеры построения унитарных представлений. ИЗ-6	
20	2	Построение таблицы характеров конечных абелевых групп малых порядков.	2
21	2	Примеры приводимых и неприводимых представлений.	2
22	2	Приводимость стандартного представления группы S_3 . Разложение стандартного представления группы S_3 на неприводимые. ИЗ-7	2
23	2	Пространство $L(G)$. Пространство центральных функций $ZL(G)$. Базис, размерность и скалярное произведение на этих пространствах	2
24	2	След оператора в конечномерном пространстве и его свойства. Характеры представлений и их свойства. ИЗ-8	2
25	2	Примеры нахождения характеров представлений.	2
26	2	Разбор теоретических вопросов: доказательство первой и второй леммы Шура о сплетающих операторах неприводимых представлений. ИЗ-9	2
27	2	Неприводимые представления абелевых групп. Тест 2 "Теория представлений. Основные определения"	2
28	2	Соотношения ортогональности для характеров и их следствия (доказать, что число неприводимых представлений конечной группы не превосходит числа классов сопряженных элементов группы; получить необходимое и достаточное условие неприводимости представления с помощью характера, получить формулу для кратности вхождения неприводимого представления в данное представление).	2
29	2	Регулярное представление конечной группы. Унитарность регулярного представления. Примеры построения регулярных представлений некоторых групп. ИЗ-10	2
30	2	Характер регулярного представления. Найти кратность вхождения неприводимого представления в регулярное представление. Получить как следствие тождество Бернсайда.	2
31	2	Ортонормированный базис в $L(G)$, $ZL(G)$. Вычисление числа неэквивалентных неприводимых представлений. П-2	2
32	2	Обзорное итоговое занятие КР-2 "Элементы теории представлений конечных групп"	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выполнение домашних заданий	Е.С. Ляпин, А.Я. Айзенштат, М.М. Лесохин. Упражнения по теориям групп М., 1969, гл.1 №1.1.1-1.4.25, гл.2 №2.1.1-2.6.40.Т. гл.3 №3.1.1.Т.-3.6.30., гл.4 №4.1.1-4.9.34.У	4	8
Выполнение индивидуальных заданий для самостоятельной работы	ЭУМД, осн. лит. 2, гл. II, пар.1, пар. 4-6; гл. IV, пар.1-3; гл. VI, пар. 3, пар. 5.	4	12
Подготовка к дифференцированному зачету	ПУМД, осн. лит. 1, гл.1, пар 1.1-1.4, гл. 2, пар. 2.1-2.6; доп.лит. 1, гл. XII, с. 418-463; ЭУМД, доп.лит. 3, гл. 1, пар. 1-2, гл.2, пар.1-3.	4	19,5

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	4	Текущий контроль	КР-1	0,1	10	Каждая задача оценивается от 0 до 2 баллов следующим образом: 2 балла – задача решена и оформлена правильно; 1.5 балла – в решении содержится не более одной негрубой ошибки, не повлиявшей на общий ход решения задачи, верно выбран метод решения задачи, запись решения последовательная и математически грамотная, решение доведено до ответа; 1 балл - в решении содержится ошибка, повлиявшая на общий ход решения задачи, но верно выбран метод решения задачи, задача решена более чем на 60%; 0 баллов – неверно выбран метод решения или изложено менее 20% полного решения.	дифференцированный зачет
2	4	Текущий контроль	КР-2	0,1	10	Каждая задача оценивается от 0 до 2 баллов следующим образом: 2 балла – задача решена и оформлена правильно; 1.5 балла – в решении содержится не более одной негрубой ошибки, не повлиявшей на общий ход решения задачи, верно выбран метод решения задачи, запись решения последовательная и математически грамотная, решение доведено до ответа; 1 балл - в решении содержится ошибка,	дифференцированный зачет

						повлиявшая на общий ход решения задачи, но верно выбран метод решения задачи, задача решена более чем на 60%; 0 баллов – неверно выбран метод решения или изложено менее 20% полного решения.	
3	4	Промежуточная аттестация	Тест Т-1	-	6	В тесте 10 вопросов. Каждый вопрос оценивается от 0 до 0,6 баллов следующим образом: 0,6 балла – дан верный ответ на вопрос; 0 баллов – в иных случаях.	дифференцированный зачет
4	4	Текущий контроль	Тест Т-2	0,06	6	В тесте 10 вопросов. Каждый вопрос оценивается от 0 до 0,6 баллов следующим образом: 0,6 балла – дан верный ответ на вопрос; 0 баллов – в иных случаях.	дифференцированный зачет
5	4	Текущий контроль	П-1	0,04	4	Оценка осуществляется с помощью подсчета процента выполненных студентом контролируемых преподавателем домашних заданий и процента практических занятий, на которых студент присутствовал и проявлял достаточную активность (решение задач у доски, решение задач на своем рабочем месте, заданные вопросы и т.д.). Используется следующая шкала: 4 балла – не менее 90% решенных домашних заданий и не менее 90% посещаемость, 3 балла – не менее 80% решенных домашних заданий и посещаемость не менее 80%, 2 балла – не менее 70% решенных домашних заданий и посещаемость не менее 70%, 1 балл – не менее 60% решенных домашних заданий и посещаемость не менее 60%, 0 баллов – в остальных случаях.	дифференцированный зачет

6	4	Текущий контроль	П-2	0,04	4	Оценка осуществляется с помощью подсчета процента выполненных студентом контролируемых преподавателем домашних заданий и процента практических занятий, на которых студент присутствовал и проявлял достаточную активность (решение задач у доски, решение задач на своем рабочем месте, заданные вопросы и т.д.). Используется следующая шкала: 4 балла – не менее 90% решенных домашних заданий и не менее 90% посещаемость, 3 балла – не менее 80% решенных домашних заданий и посещаемость не менее 80%, 2 балла – не менее 70% решенных домашних заданий и посещаемость не менее 70%, 1 балл – не менее 60% решенных домашних заданий и посещаемость не менее 60%, 0 баллов – в остальных случаях.	дифференцированный зачет
7	4	Текущий контроль	Индивидуальные задания ИЗ-1	0,02	2	Студенту выдается для самостоятельного решения одна задача, которая оценивается от 0 до 2 баллов следующим образом: 2 балла – задача решена в целом правильно, содержится не более двух негрубых ошибок, не повлиявших на общий ход решения задачи, верно выбран метод решения, запись решения последовательная и математически грамотная, решение доведено до ответа; 1 балл – задача решена в целом правильно, но содержится более двух негрубых ошибок, запись решения последовательная и математически грамотная;	дифференцированный зачет

						0 баллов – в остальных случаях.	
8	4	Текущий контроль	Индивидуальные задания ИЗ-2	0,02	2	Студенту выдается для самостоятельного решения одна задача, которая оценивается от 0 до 2 баллов следующим образом: 2 балла – задача решена в целом правильно, содержится не более двух негрубых ошибок, не повлиявших на общий ход решения задачи, верно выбран метод решения, запись решения последовательная и математически грамотная, решение доведено до ответа; 1 балл – задача решена в целом правильно, но содержится более двух негрубых ошибок, запись решения последовательная и математически грамотная; 0 баллов – в остальных случаях.	дифференцированный зачет
9	4	Текущий контроль	Индивидуальные задания ИЗ-3	0,02	2	Студенту выдается для самостоятельного решения одна задача, которая оценивается от 0 до 2 баллов следующим образом: 2 балла – задача решена в целом правильно, содержится не более двух негрубых ошибок, не повлиявших на общий ход решения задачи, верно выбран метод решения, запись решения последовательная и математически грамотная, решение доведено до ответа; 1 балл – задача решена в целом правильно, но содержится более двух негрубых ошибок, запись решения последовательная и математически грамотная; 0 баллов – в остальных случаях.	дифференцированный зачет
10	4	Текущий контроль	Индивидуальные задания ИЗ-4	0,02	2	Студенту выдается для самостоятельного решения одна задача, которая оценивается от 0 до 2	дифференцированный зачет

						баллов следующим образом: 2 балла – задача решена в целом правильно, содержится не более двух негрубых ошибок, не повлиявших на общий ход решения задачи, верно выбран метод решения, запись решения последовательная и математически грамотная, решение доведено до ответа; 1 балл – задача решена в целом правильно, но содержится более двух негрубых ошибок, запись решения последовательная и математически грамотная; 0 баллов – в остальных случаях.	
11	4	Текущий контроль	Индивидуальные задания ИЗ-5	0,02	2	Студенту выдается для самостоятельного решения одна задача, которая оценивается от 0 до 2 баллов следующим образом: 2 балла – задача решена в целом правильно, содержится не более двух негрубых ошибок, не повлиявших на общий ход решения задачи, верно выбран метод решения, запись решения последовательная и математически грамотная, решение доведено до ответа; 1 балл – задача решена в целом правильно, но содержится более двух негрубых ошибок, запись решения последовательная и математически грамотная; 0 баллов – в остальных случаях.	дифференцированный зачет
12	4	Текущий контроль	Индивидуальные задания ИЗ-6	0,02	2	Студенту выдается для самостоятельного решения одна задача, которая оценивается от 0 до 2 баллов следующим образом: 2 балла – задача решена в целом правильно, содержится не более двух негрубых ошибок, не повлиявших на	дифференцированный зачет

						общий ход решения задачи, верно выбран метод решения, запись решения последовательная и математически грамотная, решение доведено до ответа; 1 балл – задача решена в целом правильно, но содержится более двух негрубых ошибок, запись решения последовательная и математически грамотная; 0 баллов – в остальных случаях.	
13	4	Текущий контроль	Индивидуальные задания ИЗ-7	0,02	2	Студенту выдается для самостоятельного решения одна задача, которая оценивается от 0 до 2 баллов следующим образом: 2 балла – задача решена в целом правильно, содержится не более двух негрубых ошибок, не повлиявших на общий ход решения задачи, верно выбран метод решения, запись решения последовательная и математически грамотная, решение доведено до ответа; 1 балл – задача решена в целом правильно, но содержится более двух негрубых ошибок, запись решения последовательная и математически грамотная; 0 баллов – в остальных случаях.	дифференцированный зачет
14	4	Текущий контроль	Индивидуальные задания ИЗ-8	0,02	2	Студенту выдается для самостоятельного решения одна задача, которая оценивается от 0 до 2 баллов следующим образом: 2 балла – задача решена в целом правильно, содержится не более двух негрубых ошибок, не повлиявших на общий ход решения задачи, верно выбран метод решения, запись решения последовательная и математически грамотная, решение	дифференцированный зачет

						доведено до ответа; 1 балл – задача решена в целом правильно, но содержится более двух негрубых ошибок, запись решения последовательная и математически грамотная; 0 баллов – в остальных случаях.	
15	4	Текущий контроль	Индивидуальные задания ИЗ-9	0,02	2	Студенту выдается для самостоятельного решения одна задача, которая оценивается от 0 до 2 баллов следующим образом: 2 балла – задача решена в целом правильно, содержится не более двух негрубых ошибок, не повлиявших на общий ход решения задачи, верно выбран метод решения, запись решения последовательная и математически грамотная, решение доведено до ответа; 1 балл – задача решена в целом правильно, но содержится более двух негрубых ошибок, запись решения последовательная и математически грамотная; 0 баллов – в остальных случаях.	дифференцированный зачет
16	4	Текущий контроль	Индивидуальные задания ИЗ-10	0,02	2	Студенту выдается для самостоятельного решения одна задача, которая оценивается от 0 до 2 баллов следующим образом: 2 балла – задача решена в целом правильно, содержится не более двух негрубых ошибок, не повлиявших на общий ход решения задачи, верно выбран метод решения, запись решения последовательная и математически грамотная, решение доведено до ответа; 1 балл – задача решена в целом правильно, но содержится более двух негрубых ошибок, запись решения последовательная и	дифференцированный зачет

						математически грамотная; 0 баллов – в остальных случаях.	
17	4	Проме- жуточная аттестация	зачет	-	40	Зачетная работа содержит 2 теоретических задачи и 2 практических задачи. Каждая задача максимально оценивается в 10 баллов. Шкала оценивания ответа на теоретический вопрос: 10 баллов – вопрос раскрыт полностью, ошибок в ответе нет; 9 баллов – вопрос раскрыт не менее, чем на 90%, ошибок в ответе нет; 8 баллов – вопрос раскрыт не менее, чем на 80%, ошибок в ответе нет; 7 баллов – вопрос раскрыт не менее, чем на 70%, допущены 1–2 негрубые ошибки; 6 баллов – вопрос раскрыт не менее, чем на 60%, допущены 1–2 негрубые ошибки; 5 баллов – вопрос раскрыт не менее, чем на 60%, ошибок нет, или вопрос раскрыт практически полностью, но содержит 1–2 ошибки; 4 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 50%, ошибок нет, или вопрос раскрыт практически полностью, но содержит 1–2 ошибки; 3 балла – ответ не является логически обоснованным и законченным, содержит отрывочные сведения, не менее 20% от полного ответа; 0 баллов – ответ на вопрос отсутствует или менее 20% верных сведений. Шкала дифференцированного зачета, оценивание ответа на практический вопрос: 10 баллов – задача решена правильно и полностью, ошибок нет; 8 баллов – выбран правильный метод	дифференцированный зачет

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Кострикин А.И., Введение в алгебру. Часть 3. Основные структуры, Изд-во "Физматлит", 2001, 272 с. https://e.lanbook.com/book/59284
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ляпин Е.С., Айзенштат А.Я., Лесохин М.М., Упражнения по теории групп, Изд-во "Лань", 2022, 272 с. https://e.lanbook.com/book/210428
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Наймарк М.А., Теория представлений групп. Изд-во: "Физматлит", 2010, 576 с https://e.lanbook.com/book/2751

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Не предусмотрено