

МИНОБРНАУКИ РОССИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«**Российский государственный гуманитарный университет**»  
(ФГБОУ ВО «РГГУ»)

ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
Факультет информационных систем и безопасности  
Кафедра фундаментальной и прикладной математики

**ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ПОЛЯ**  
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика  
Направленность (профиль) Математика информационных сред

Уровень высшего образования: бакалавриат  
Форма обучения: очная

РПД адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями  
здоровья и инвалидов

Москва 2022

**ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ПОЛЯ**

Рабочая программа дисциплины

Составители:

Д. пед. н., профессор, профессор кафедры фундаментальной и прикладной математики

*В.К. Жаров*

Д. ф.-м. н., профессор, профессор кафедры фундаментальной и прикладной математики

*В.М. Максимов*

**УТВЕРЖДЕНО**

Протокол заседания кафедры

фундаментальной и прикладной математики

№ 10 от 05.04.2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Пояснительная записка.....	4
1.1. Цель и задачи дисциплины.....	4
1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций.....	4
1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
2. Структура дисциплины .....	4
4. Образовательные технологии .....	5
5. Оценка планируемых результатов обучения.....	5
5.1 Система оценивания.....	5
5.2 Критерии выставления оценки по дисциплине .....	6
5.3 Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	7
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	8
6.1 Список источников и литературы.....	8
6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». ....	9
6.3 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы.....	9
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	9
8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов .....	10
9. Методические материалы.....	11
9.1 Планы практических занятий.....	11
9.2 Методические рекомендации по подготовке письменных работ .....	12
Приложение 1. Аннотация рабочей программы дисциплины .....	14

## 1. Пояснительная записка

### 1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины: познакомить студента с весьма важной прикладной областью математического знания как локально компактные поля.

Задачи дисциплины: на примерах показать способы моделирования с использованием основной теории, задач действительности.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
ПК-1. Способен проводить систематизацию, алгоритмизацию конкретных информационных потоков по месту научных исследований, производственной деятельности	ПК-1.1. Переформулирует задачи, данные на естественных языках конкретного научного знания на необходимый язык математики; формулирует теоремы	<i>Знать:</i> классические методы анализа и синтеза стационарных линейных систем, методы пространства состояний; <i>Уметь:</i> выбирать конкретные методы для анализа и синтеза для решения прикладной задачи; <i>Владеть:</i> навыками формализации прикладных задач.
	ПК-1.3. В достаточной степени владеет культурой доказательств математических положений	<i>Знать:</i> классические методы анализа и синтеза стационарных линейных систем, методы пространства состояний; <i>Уметь:</i> выбирать конкретные методы для анализа и синтеза для решения прикладной задачи; <i>Владеть:</i> навыками формализации прикладных задач.

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Топологические поля» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин учебного плана.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и владения, сформированные в ходе изучения следующих дисциплин (модулей): «Общая алгебра и теория чисел», «Математический анализ».

В результате освоения дисциплины формируются знания, умения и владения, необходимые для изучения следующих дисциплин: «Теория кодирования».

## 2. Структура дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 академических часа(ов).

### Структура дисциплины для очной формы обучения

Объем дисциплины в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Семестр	Тип учебных занятий	Количество часов
7	Лекции	24

7	Практические занятия	32
	Всего:	56

Объем дисциплины в форме самостоятельной работы обучающихся составляет 88 академических часа(ов).

### 3. Содержание дисциплины

**Тема 1.** Теоремы Дедекинда о строении полупростых коммутативных алгебр над полем действительных чисел.

Теоремы Фробениуса об конечномерных алгебрах с делением над полем действительных чисел.

**Тема 2.** Топологические группы, кольца, тела.

Связные и вполне несвязные. Общие свойства топологических тел.

Локально-компактные простые кольца.

Их строение, строение аддитивной группы, типы топологий. Теоремы Jacobson-Tousky. Строение коммутативных топологических групп.

**Тема 3.** Непархимедовы метрики и топология в поле рациональных чисел.

Теорема Островского. Поля  $p$ -адических чисел, их свойства и приложения. Некоторые обобщения полей  $p$ -адических чисел (конечные расширения).

**Тема 4.** Доказательство теоремы Понтрягина о строении локально бикompактных связных тел.

О строении локально бикompактных связных тел.

Доказательство теоремы Ковальского о строении вполне несвязных топологических тел.

О строении локально бикompактных связных тел.

### 4. Образовательные технологии

Для проведения *занятий лекционного типа* по дисциплине применяются такие образовательные технологии как лекция-визуализация с применением слайд-проектора, лекция-беседа.

Для проведения *практических занятий* используются такие образовательные технологии как решение типовых задач для закрепления и формирования знаний, умений, навыков.

В рамках *самостоятельной работы* студентов проводится консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты.

В период временного приостановления посещения обучающимися помещений и территории РГГУ для организации учебного процесса с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий могут быть использованы следующие образовательные технологии:

- видео-лекции;
- онлайн-лекции в режиме реального времени;
- электронные учебники, учебные пособия, научные издания в электронном виде и доступ к иным электронным образовательным ресурсам;
- системы для электронного тестирования;
- консультации с использованием телекоммуникационных средств.

### 5. Оценка планируемых результатов обучения

#### 5.1 Система оценивания

Форма контроля	Макс. количество баллов
----------------	-------------------------

	За одну работу	Всего
Текущий контроль: - Рефераты, доклады - Контрольная работа - Коллоквиум	5 баллов 25 баллов 10 баллов	25 баллов 25 баллов 10 баллов
Промежуточная аттестация – зачет с оценкой - Ответы на теоретические вопросы - Итоговая контрольная работа		20 баллов 20 баллов
<b>Итого за семестр</b>		<b>100 баллов</b>

Полученный совокупный результат конвертируется в традиционную шкалу оценок и в шкалу оценок Европейской системы переноса и накопления кредитов (European Credit Transfer System; далее – ECTS) в соответствии с таблицей:

100-балльная шкала	Традиционная шкала		Шкала ECTS
95 – 100	отлично	зачтено	A
83 – 94			B
68 – 82	хорошо		C
56 – 67	удовлетворительно		D
50 – 55		E	
20 – 49	неудовлетворительно	не зачтено	FX
0 – 19			F

## 5.2 Критерии выставления оценки по дисциплине

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
100-83/ A, B	зачтено	Выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, может продемонстрировать это на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения. Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «высокий».
82-68/ C	зачтено	Выставляется обучающемуся, если он знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его на занятиях и в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей. Обучающийся правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «хороший».

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
67-50/ D,E	зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, если он знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами.</p> <p>Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «достаточный».</p>
49-0/ F,FX	не зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, если он не знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами.</p> <p>Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции на уровне «достаточный», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</p>

### 5.3 Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

#### Текущий контроль

##### *Примерные темы рефератов, докладов:*

1. Локально-компактные простые кольца.
2. Теорема Островского.
3. Поля  $p$ -адических чисел, их свойства и приложения.
4. Некоторые обобщения полей  $p$ -адических чисел (конечные расширения).

##### *Примерные задания для контрольной работы:*

1. Верно ли, что мощность всех отображений, множества состоящего хотя бы из одного элемента, больше исходного множества? Ответ доказать.
2. Верно ли, что компактное пространство нормально? Доказать.
3. Убедитесь, что  $\bar{\rho}$  – метрика и что индуцируемая ею топология эквивалентна тихоновской топологии.
4. Гильбертов куб (пример, счетное произведение отрезков  $[0;1]$ ) – метризуемое топологическое пространство.

##### *Примерные вопросы для коллоквиума:*

1. Теоремы Дедекинда о строении полупростых коммутативных алгебр над полем действительных чисел.
2. Теоремы Фробениуса об конечномерных алгебрах с делением над полем действительных чисел.
3. Связные и вполне несвязные.
4. Общие свойства топологических тел.

5. Локально-компактные простые кольца и их строение.
6. Строение аддитивной группы, типы топологий.
7. Теоремы Jacobson-Tousky.
8. Строение коммутативных топологических групп.
9. Теорема Ковальского о строении вполне несвязных топологических тел.
10. Теорема Понтрягина о строении локально бикompактных связных тел.
11. Локально-компактные простые кольца.
12. Теорема Островского.
13. Поля  $p$ -адических чисел, их свойства и приложения.
14. Некоторые обобщения полей  $p$ -адических чисел (конечные расширения).

### **Промежуточная аттестация**

#### ***Примерные контрольные вопросы по курсу:***

1. Теоремы Дедекинда о строении полупростых коммутативных алгебр над полем действительных чисел.
2. Теоремы Фробениуса об конечномерных алгебрах с делением над полем действительных чисел.
3. Связные и вполне несвязные.
4. Общие свойства топологических тел.
5. Локально-компактные простые кольца и их строение.
6. Строение аддитивной группы,
7. ного пространства образуют топологию: а)  $\square$ ,  $\emptyset$ , и все подмножества типы топологий.
8. Теоремы Jacobson-Tousky.
9. Строение коммутативных топологических групп.
10. Теорема Ковальского о строении вполне несвязных топологических тел.
11. Теорема Понтрягина о строении локально бикompактных связных тел.

#### ***Примерные практические задания для итоговой контрольной работы:***

1. Описать все топологии множества  $\{a, b\}$ .
2. Какие из следующих семейств веществен  $(-\infty, x)$ ; б)  $\square$ ,  $\emptyset$ , и все подмножества  $(-\infty, x]$ .
3. Показать, что семейство интервалов вида  $(-n, n)$ ,  $n$  – натуральное число, является открытым покрытием вещественной прямой с обычной топологией, из которого нельзя извлечь конечно подпокрытия.
4. Доказать, что компактное метрическое пространство сепарабельно.

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

### **6.1 Список источников и литературы**

#### **Литература**

##### *Основная*

1. Наймарк, М. А. Нормированные кольца [Электронный ресурс] / М. А. Наймарк. - 3-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 688 с., 3 ил. - ISBN 978-5-9221-1273-4. - Текст: электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/544789>



2. Гельфанд, И. М. Коммутативные нормированные кольца / И.М. Гельфанд, Д.А. Райков, Г.Е. Шилов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 260 с. (Классика и современность. Математика). ISBN 978-5-9221-1331-1, 100 экз. - Текст: электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/392894>

3. Криптографическая защита информации : учеб. пособие / С.О. Крамаров, О.Ю. Митясова, С.В. Соколов [и др.]; под ред. проф. С.О. Крамарова. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2018. — 321 с. — (Высшее образование). — DOI: <https://doi.org/10.12737/1716-6>. - ISBN 978-5-16-106001-8. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/901659>

#### *Дополнительная*

1. Власов, Е. Г. Конечные поля в телекоммуникационных приложениях. Теория и применение FEC, CRC и M-последовательностей : практич. пособие / Е.Г. Власов. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 285 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://new.znaniium.com>]. — (Наука и практика). — [www.dx.doi.org/10.12737/16990](http://www.dx.doi.org/10.12737/16990). - ISBN 978-5-16-100542-2. - Текст: электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/1025235>

## **6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».**

Л.С. Понтрягин. Непрерывные группы. [Электронный ресурс] – М.: Наука, 1973. - 527 с. - Режим доступа: <http://bookre.org/reader?file=439841>

Джекобсон Н. Теория колец [Электронный ресурс]/ Перевод с англ. - М.: Государственное издательство иностранной литературы. – Режим доступа: <http://bookre.org/reader?file=439814>

Национальная электронная библиотека (НЭБ) [www.rusneb.ru](http://www.rusneb.ru)  
ELibrary.ru Научная электронная библиотека [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

## **6.3 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы**

Доступ к профессиональным базам данных: <https://liber.rsuh.ru/ru/bases>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс
2. Гарант

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

Для обеспечения дисциплины используется материально-техническая база образовательного учреждения: учебные аудитории, оснащённые доской, компьютером или ноутбуком, проектором (стационарным или переносным) для демонстрации учебных материалов.

Состав программного обеспечения:

1. Windows
2. Microsoft Office
3. Kaspersky Endpoint Security

## **8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- для слепых и слабовидящих: лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением; письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или могут быть заменены устным ответом; обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; письменные задания оформляются увеличенным шрифтом; экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

- для глухих и слабослышащих: лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме; экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением; письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением; экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- для слепых и слабовидящих: в печатной форме увеличенным шрифтом, в форме электронного документа, в форме аудиофайла.

- для глухих и слабослышащих: в печатной форме, в форме электронного документа.

- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме, в форме электронного документа, в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

- для слепых и слабовидящих: устройством для сканирования и чтения с камерой SARA CE; дисплеем Брайля PAC Mate 20; принтером Брайля EmBraille ViewPlus;

- для глухих и слабослышащих: автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих; акустический усилитель и колонки;

- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата: передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1; компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

## 9. Методические материалы

### 9.1 Планы практических занятий

#### Тема 1. Теоремы Дедекинда о строении полупростых коммутативных алгебр над полем действительных чисел.

*Цель занятия:* Разбор примеров конечномерных коммутативных алгебр малой размерности  
 Форма проведения – решение типовых задач для закрепления и формирования знаний, умений, навыков.

*Задания:*

1. Описать все топологии множества  $\{a, b\}$ .
2. Какие из следующих семейств вещественного пространства образуют топологию: а)  $\square, \emptyset$ , и все подмножества  $(-\infty, x)$ ; б)  $\square, \emptyset$ , и все подмножества  $(-\infty, x]$ .
3. Показать, что семейство интервалов вида  $(-n, n)$ ,  $n$  – натуральное число, является открытым покрытием вещественной прямой с обычной топологией, из которого нельзя извлечь конечно подпокрытие.

*Контрольные вопросы:*

Теоремы Дедекинда о строении полупростых коммутативных алгебр над полем действительных чисел.

Теоремы Фробениуса об конечномерных алгебрах с делением над полем действительных чисел.

#### Тема 2. Топологические группы, кольца, тела.

*Цель занятия:* Примеры топологических групп, колец и тел  
 Форма проведения – решение типовых задач для закрепления и формирования знаний, умений, навыков.

*Задания:*

1. Доказать, что компактное метрическое пространство сепарабельно.
2. Задача. Пусть множество  $I$  имеет мощность континуума или больше. Верно ли, что тихоновский куб  $[0, 1]^I$  несепарабелен?
3. Задача. Докажите, что если топологическое пространство  $M$  компактно, то любой монотонный набор непустых замкнутых подмножеств  $Z_i \subset M$  имеет непустое пересечение  $\bigcap_i Z_i$ .
4. Задача. Пусть  $M$  — хаусдорфово топологическое пространство со счетной базой. Докажите, что  $M$  компактно тогда и только тогда, когда у  $M$  нет бесконечных дискретных подмножеств.
5. Задача. Пусть  $M$  компактно. Выведите из теоремы Александера, что  $M^I$  с тихоновской топологией компактно.

*Контрольные вопросы:*

Связные и вполне несвязные.

Общие свойства топологических тел.

Локально-компактные простые кольца и их строение.

Строение аддитивной группы, типы топологий.

Теоремы Jacobson-Tousky.

Строение коммутативных топологических групп.

### Тема 3. Нейрхимедовы метрики и топология в поле рациональных чисел.

*Цель занятия:* Примеры топологических групп, колец и тел

Форма проведения – решение типовых задач для закрепления и формирования знаний, умений, навыков.

*Задания:*

1. Задача. Основная теорема алгебры. Пусть  $P(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + a_{n-2} x^{n-2} + \dots + a_1 x + a_0$  — полином положительной степени с комплексными коэффициентами. Мы рассматриваем  $P$  как функцию из  $\mathbb{C}$  в  $\mathbb{C}$ . Как топологическое пространство  $\mathbb{C}$  отождествляется с  $\mathbb{R}^2$ . Мы хотим доказать, что  $P(x) = 0$  для какого-то  $x \in \mathbb{C}$ .
2. Задача. Докажите, что полином  $P$  непрерывен.
3. Задача. Докажите, что найдется такое  $C$ , что для всех  $|x| > C$  выполняется неравенство  $|P(x) - x^n| < \frac{1}{2} \max\{1, |P|_{\infty}\}$ .
4. Задача. Докажите, что найдется такое  $C$ , что для всех  $|x| > C$  выполняется неравенство  $|P(x)| > R^n$ .
5. Задача. Выведите из этого, что  $|P|$  достигает локального минимума в точке  $a \in \mathbb{C}$ .
6. Задача. Какие квадратные уравнения можно решить в  $\mathbb{Z}_p$ ? А в  $\mathbb{Q}_p$ ?

*Контрольные вопросы:*

Теорема Островского.

Поля  $p$ -адических чисел, их свойства и приложения.

Некоторые обобщения полей  $p$ -адических чисел (конечные расширения).

### Тема 4. Топологические группы, кольца, тела.

*Цель занятия:* Примеры топологических групп, колец и тел

Форма проведения – решение типовых задач для закрепления и формирования знаний, умений, навыков.

*Задания:*

1. Задача. Докажите, что пространство со счетной базой в точке содержит плотное счетное подмножество тогда и только тогда, когда у него есть счетная база.
2. Задача. Приведите пример непрерывного отображения хаусдорфовых пространств, которое а) замкнуто, но не открыто, б) открыто, но не замкнуто.
3. Задача. Докажите, что любой максимальный идеал — простой.
4. Задача. Пусть  $M$  — множество, а  $U \subset 2^M$  — набор его подмножеств. Докажите, что следующие утверждения равносильны: 1)  $U$  — ультрафильтр; 2) выполнены следующие свойства: • если  $A \subset B$ ,  $A \in U$ , то  $B \in U$ ; • для любого  $A \subset M$  либо  $A$ , либо  $M \setminus A$  лежат в  $U$  (но не одновременно); • если  $A, B \in U$ , то  $A \cap B \in U$ ;  $\emptyset \notin U$ .

*Контрольные вопросы:*

Теорема Ковальского о строении вполне несвязных топологических тел.

Теорема Понтрягина о строении локально бикомпактных связных тел.

Локально-компактные простые кольца.

## 9.2 Методические рекомендации по подготовке письменных работ

**Требования к подготовке и содержанию письменных работ (реферата, доклада):**

1. Соответствие содержания теме и плану работы.
2. Полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы.

3. Достаточность фактов, позволяющих проиллюстрировать актуальность избранной проблемы, способы ее решения.
4. Работа с литературой, систематизация и структурирование материала.
5. Обобщение и сопоставление различных точек зрения по рассматриваемому вопросу.
6. Наличие и четкость выводов, резюме.

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина «Топологические поля» реализуется на факультете информационных систем и безопасности кафедрой фундаментальной и прикладной математики.

Цель дисциплины: познакомить студента с весьма важной прикладной областью математического знания как локально компактные поля.

Задачи: на примерах показать способы моделирования с использованием основной теории, задач действительности.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

ПК-1. Способен проводить систематизацию, алгоритмизацию конкретных информационных потоков по месту научных исследований, производственной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*Знать*: классические методы анализа и синтеза стационарных линейных систем, методы пространства состояний;

*Уметь*: выбирать конкретные методы для анализа и синтеза для решения прикладной задачи;

*Владеть*: навыками формализации прикладных задач.

По дисциплине предусмотрена промежуточная аттестация в форме зачёта с оценкой.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы.