

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
функционального анализа
и операторных уравнений



Каменский М.И.

подпись, расшифровка подписи

26.06.2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.04,01 Топологические методы в математической физике

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

02.04.01 Математика и компьютерные науки

2. Профиль подготовки:

Математическое и компьютерное моделирование

3. Квалификация (степень) выпускника: высшее профессиональное образование
(магистр)

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: функционального анализа и операторных уравнений

6. Составители программы: Кунаковская Ольга Вениаминовна, к.ф.-м.н. ., математический факультет, кафедра функционального анализа и операторных уравнений, ovk@math.vsu.ru

7. Рекомендована: НМС математического факультета, протокол №0500-07 от 3.07.2018

8. Учебный год: 2018-2019

Семестр(ы): второй

9. Цели и задачи учебной дисциплины: Целью курса является ознакомление студентов с основными понятиями и методами топологической теории конденсированных сред.

Задачами курса являются:

- 1) изучение типов устойчивых дефектов упорядоченных структур в сплошной среде;
- 2) изучение примеров физических векторных полей в веществах;
- 3) изучение свойств областей вырожденных состояний вещества;
- 4) изучение основ гомотопической теории степени отображения;
- 5) изучение основ теории гомотопических групп;
- 6) изучение топологической классификации дефектов в конденсированных средах.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: (блок Б1, базовая или вариативная часть, к которой относится дисциплина; требования к входным знаниям, умениям и навыкам; дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей)

дисциплина является дисциплиной по выбору вариативной части данного цикла.

Основные дисциплины и их разделы, необходимые для усвоения курса «Топологические методы в математической физике»:

- математический анализ (непрерывность функции, производная и дифференциал функции, неопределенный и определенный интегралы);
- алгебра (комплексные числа, группы);
- линейная алгебра (матрицы, определители, теоремы о разрешимости линейных систем).

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

- способность находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики (ОПК-1);
- способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках (ОПК-2);
- способность к интенсивной научно-исследовательской работе (ПК-1);
- способность к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, к управлению научным коллективом (ПК-2).

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-1	способность находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики	<p>знать:</p> <p>уметь:</p> <p>владеть (иметь навык(и)):</p>
ОПК-2	способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках	<p>знать:</p> <p>уметь:</p> <p>владеть (иметь навык(и)):</p>

ПК-1	способность к интенсивной научно-исследовательской работе	знать: уметь: владеть (иметь навык(и)):
ПК-2	способность к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, к управлению научным коллективом	знать: уметь: владеть (иметь навык(и)):

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. (в соответствии с учебным планом) — 2/72.

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) зачет.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра 2	№ семестра	...
Аудиторные занятия	32	32		
в том числе: лекции	16	16		
практические				
лабораторные	16	16		
Самостоятельная работа	40	40		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – час.)				
Итого:	72	72		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Особые точки и линии векторных полей	Понятие векторного поля на области в R^3 . Особые точки векторных полей. Векторное поле магнитного момента в ферромагнетике. Векторное поле скоростей точек сплошной среды. Векторное поле сверхтекучей скорости в гелии He^4 . Векторное поле фазы волновой функции He^4 .
1.2	Степень непрерывного отображения топологической окружности в S^1 и ее свойства.	Определение степени как суммарного числа полных поворотов образа точки при обходе пути. Гомотопическая инвариантность степени. Степень композиции двух отображений. Гомотопические классы отображений. Гомотопическая группа $\pi_1(S^1) = Z$.
1.3	Топологический заряд вихря	Магнитные вихри в ферромагнетике с легкой плоскостью намагничивания. Вихри в сверхтекучем He^4 . Условия устойчивости вихрей. Физический смысл устойчивости вихрей и его гомотопическая интерпретация.

1.4	Области вырожденных состояний вещества	Область вырожденных состояний ферромагнетика с легкой плоскостью намагничивания. Область вырожденных состояний сверхтекучего He^4 . Область вырожденных состояний изотропного ферромагнетика. Изолированные особые точки поля магнитного момента изотропного ферромагнетика. Схема конструкции степени отображения $S^2 \rightarrow S^2$. Топологический заряд (индекс) особой точки. Область вырождения А-фазы He^3 .
1.5	Фундаментальная группа и общие гомотопические группы	Гомотопические классы непрерывных отображений $S^n \rightarrow Y, n \geq 1$. Сфероиды (петли). Отмеченная точка. Случай $n=1$. Произведение петель. Фундаментальная группа $\pi_1(Y, y_0)$ пространства Y в точке y_0 . Группа $\pi_1(Y)$ линейно связного пространства. Примеры. Степень отображения $S^n \rightarrow S^n$. Топологический заряд особой точки.
5	Топологическая классификация вихрей поля направлений нематического жидкого кристалла	Понятие о жидкокристаллическом состоянии вещества и его применениях. Поле директора. Область вырожденных состояний нематика. Особые линии в нематике. Топологическая классификация вихрей и точечных дефектов.
2. Практические занятия		
2.1		
2.2		
3. Лабораторные работы		
3.1	Особые точки и линии векторных полей	Понятие векторного поля на области в R^3 . Особые точки векторных полей. Векторное поле магнитного момента в ферромагнетике. Векторное поле скоростей точек сплошной среды. Векторное поле сверхтекучей скорости в гелии He^4 . Векторное поле фазы волновой функции He^4 .
3.2	Степень непрерывного отображения топологической окружности в S^1 и ее свойства.	Определение степени как суммарного числа полных поворотов образа точки при обходе пути. Гомотопическая инвариантность степени. Степень композиции двух отображений. Гомотопические классы отображений. Гомотопическая группа $\pi_1(S^1) = Z$.
3.3	Топологический заряд вихря	Магнитные вихри в ферромагнетике с легкой плоскостью намагничивания. Вихри в сверхтекучем He^4 . Условия устойчивости вихрей. Физический смысл устойчивости вихрей и его гомотопическая интерпретация.
3.4	Фундаментальная группа и общие гомотопические группы	Гомотопические классы непрерывных отображений $S^n \rightarrow Y, n \geq 1$. Сфероиды (петли). Отмеченная точка. Случай $n=1$. Произведение петель. Фундаментальная группа $\pi_1(Y, y_0)$ пространства Y в точке y_0 . Группа $\pi_1(Y)$ линейно связного пространства. Примеры. Степень отображения $S^n \rightarrow S^n$. Топологический заряд особой точки.
5	Топологическая классификация вихрей поля направлений нематического жидкого кристалла	Понятие о жидкокристаллическом состоянии вещества и его применениях. Поле директора. Область вырожденных состояний нематика. Особые линии в нематике. Топологическая классификация вихрей и точечных дефектов.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего

1	Особые точки и линии векторных полей	2		2	4	8
2	Степень непрерывного отображения топологической окружности в S^1 и ее свойства.	4		4	8	16
3	Топологический заряд вихря	2		2	10	16
4	Фундаментальная группа и общие гомотопические группы	4		4	10	16
5	Топологическая классификация вихрей поля направлений нематического жидкого кристалла	4		4	8	16
	Итого:	16		16	40	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Борисович Ю.Г. Введение в топологию / Ю.Г. Борисович, Н.М. Близняков, Я.А. Израилевич, Т.Н. Фоменко. – Изд. 3-е, испр. И доп. – М.: ЛЕНАНД, 2015. - 448 с.
2	Воловик Г.Е. Физика и топология / Г.Е. Воловик, В.П. Минеев. – М.: Знание. – 1980. – 64 с.
3	Гросберг А.Ю. Полимеры и биополимеры: взгляд физиков-теоретиков / А.Ю. Гросберг, А.Р. Хохлов // Будущее науки. - Вып. 18. – М.: Знание, 1985. – С. 122-132.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Ландау, Л. Д. Теория поля / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Издание 7-е, исправленное. — М.: Наука, 1988. — 512 с. — («Теоретическая физика», том II).
2	Шварц А.С. Квантовая теория поля и топология / А.С. Шварц. – М.: Наука, 1989. – 400 с.
3	Новиков С.П. Элементы дифференциальной геометрии и топологии / С.П. Новиков, А.Т. Фоменко. – М.: Наука, 1978. – 432 с.
4	Дубровин Б. А., Новиков С. П., Фоменко А. Т. Современная геометрия. Методы и приложения. — М.: Наука, 1971.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1.	https://ru.wikipedia.org/wiki/Гомотопические_группы
2.	https://ru.wikipedia.org/wiki/Дифференциальная_форма
3.	https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/4950 Топологический заряд

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Кунаковская О.В. Многообразия. Динамические системы. Учеб.-метод. пособие для вузов // О.В. Кунаковская. – Воронежский государственный университет. – Воронеж, ООО ИПЦ «Научная книга», 2014. – 22 с.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Лекционная аудитория, аудитории для лабораторных, компьютер, мультимедийный проектор, доска (мел, маркеры).

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОК-...	Знать:	Раздел (тема) <i>Наименование</i>	
	Уметь:	Раздел (тема) <i>Наименование</i>	Тест № 1
ОПК-...	Знать:		
	Уметь:		Тест № 2
	Владеть:		Практическое задание Ситуационная задача
ПК	Знать:		
	Уметь:		
	Владеть:		Курсовая работа
Промежуточная аттестация			КИМ

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Пример:

Для оценивания результатов обучения на экзамене/зачете используются следующие показатели (ЗУНЫ из 19.1):

(как пример):

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 4) умение применять, решать;

5) владение способами; данные критерии в большей степени относятся к экзамену
или (как пример):

владение понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач

Для оценивания результатов обучения на экзамене (зачете с оценкой) используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<p>Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Продемонстрировано знание, умение, владение.....</p> <p>ИЛИ</p> <p>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области...</p>	Повышенный уровень	Отлично
<p>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрировано, или содержатся отдельные пробелы.....</p> <p>ИЛИ</p> <p>Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен, допускает ошибки при.....</p>	Базовый уровень	Хорошо
<p>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум(трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичные знания..., или не умеет..., или имеет не полное представление..., допускает существенные ошибки...</p> <p>ИЛИ</p> <p>Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен, не умеет применять.... Не умеет</p>	Пороговый уровень	Удовлетворительно
<p>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.....</p>	–	Неудовлетворительно

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену (зачету): (нужное выбрать)

19.3.2 Перечень практических заданий

19.3.4 Тестовые задания

19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме(ах) (*указать нужное*): *устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа, доклады); письменных работ (контрольные, эссе, сочинения, выполнение практико-ориентированных заданий, лабораторные работы и пр.); тестирования; оценки результатов практической деятельности (курсовая работа, портфолио и др.)*. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и(или) навыков, и(или) опыт деятельности (*указывает реальную структуру*).

При оценивании используются количественные или качественные шкалы оценок (*нужное выбрать*). Критерии оценивания приведены выше.