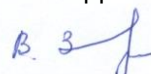


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО ВГУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
алгебры и математических  
методов гидродинамики

 (Звягин В.Г.)  
*подпись, расшифровка подписи*  
19.06.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
ФТД. 04 Дополнительные главы топологии

- 1. Шифр и наименование направления подготовки:**  
01.03.01 Математика
- 2. Профиль подготовки:** Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление
- 3. Квалификация выпускника:** Бакалавр
- 4. Форма образования:** Очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Кафедра алгебры и математических методов гидродинамики
- 6. Составители программы:** профессор, д.ф.-м.н. Звягин Виктор Григорьевич
- 7. Рекомендована:** НМС математического факультета протокол № 0500-04 от 18.06.2020 г.
- 8. Учебный год:** 2022-2023                      **Семестр(-ы):** 6

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цели учебной дисциплины: освоение основных понятий и фактов алгебраической геометрии и нелинейного анализа, овладение основными методами решения задач.

Задачи изучения дисциплины ознакомление с современными методами геометрии, их приложениями для разрешимости различных математических задач, задач гидродинамики, выработка навыков и умений по применению полученных знаний при решении задач разных математических дисциплин

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Факультативы.

Для его успешного освоения необходимы знания и умения, приобретенные в результате обучения по предшествующим дисциплинам: дифференциальная геометрия и топология, математический анализ

Студент должен свободно владеть математическим анализом, элементами дифференциальной геометрии и топологии.

## 11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1	Применяет базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук	Знать: концептуальные основы методов вычисления фундаментальных групп простейших топологических пространств; основные понятия и факты теории компактных пространств Уметь: пользоваться современными методами топологии и геометрии, их приложениями для разрешимости различных математических задач Владеть: теоретическими подходами в теории компактных пространств; навыками работы в информационных современных системах
		ОПК-1.2	Оценивает и формулирует актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики	Знать: зарубежную и отечественную литературу в области теории компактных пространств и теории фундаментальных групп пространств Уметь: грамотно и правильно представлять свои результаты Владеть: источниками информации, навыками работы с литературой, информационными системами
		ОПК-1.3	Анализирует и применяет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний	Знать: методы решения задач в разных математических дисциплинах Уметь: работать с различными источниками научной информации, грамотно и правильно представлять свои результаты Владеть: Методами самостоятельного обучения новым знаниям и способами их применения в теории компактных пространств, и теории фундаментальных групп пространств

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 1/36.

Форма промежуточной аттестации: зачёт

### 13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	
	Всего	По семестрам
		6
Аудиторные занятия	30	30
в том числе: лекции	30	30
практические	-	-
лабораторные	-	-
Самостоятельная работа	6	6
Итого:	36	36

#### 13.1 Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1	Топология метрических пространств.	Топология метрических пространств.
2	Непрерывные отображения метрических пространств.	Непрерывные отображения метрических пространств.
3	Топология произведения и фактортопология.	Топология произведения и фактортопология.
4	Хаусдорфовы пространства с первой аксиомой счетности.	Хаусдорфовы пространства с первой аксиомой счетности.
5	Теорема Вейерштрасса для компактных топологических пространств.	Теорема Вейерштрасса для компактных топологических пространств.
6	Понятие гомотопии.	Понятие гомотопии.
7	Гладкие отображения многообразий. Регулярные точки.	Гладкие отображения многообразий. Регулярные точки.
8	Топологический индекс по модулю 2.	Топологический индекс по модулю 2.
9	Иммерсии и субмерсии	Иммерсии и субмерсии

#### 13.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Самостоятельная работа	Всего
1	Топология метрических пространств.	3	1	4
2	Непрерывные отображения метрических пространств.	3	1	4
3	Топология произведения и фактортопология.	3		3
4	Хаусдорфовы пространства с первой аксиомой счетности.	4	1	5
5	Теорема Вейерштрасса для компактных топологических пространств.	4	1	5
6	Понятие гомотопии.	3		3
7	Гладкие отображения многообразий. Регулярные точки.	3		3
8	Топологический индекс по модулю 2.	3	1	4
9	Иммерсии и субмерсии	4	1	5
	Итого:	30	6	36

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В процессе преподавания дисциплины используются такие виды учебной работы, как лекции, различные виды самостоятельной работы обучающихся. На лекциях рассказывается теоретический материал.

При изучении курса «Дополнительные главы топологии» обучающимся следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий.

1. После каждой лекции студентам рекомендуется подробно разобрать прочитанный теоретический материал, выучить все определения и формулировки теорем. Перед следующей лекцией обязательно повторить материал предыдущей лекции.

2. Кроме обычного курса в системе «Электронный университет», все необходимые для усвоения курса материалы размещены также на сайте факультета [https://math.vsu.ru/wp/?page\\_id=937](https://math.vsu.ru/wp/?page_id=937).

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Мищенко А.С., Фоменко А.Т. Курс дифференциальной геометрии и топологии. / А.С. Мищенко, А.Т. Фоменко А.Т. - М.: Физматлит, 2010.- 512 с. <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=617">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=617</a>
2	Борисович Ю.Г. Введение в топологию. / Ю.Г. Борисович, Н.М. Близняков, Я.А. Израилевич, Т.Н. Фоменко.- М.: URSS, 2015.- 415 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Стинрод Н. Первые понятия топологии: Геометрия отображений отрезков, кривых, окружностей и кругов / Н. Стинрод, У. Чинн; Пер. с англ. И. А. Вайнштейна.—Новокузнецк: Новокузнец. физ.-мат. ин-т, 2000.—223 с.
4	Новиков С. П. Топология / С.П. Новиков.—2-е изд., испр. и доп.—М.;Ижевск: Ин-т компьютер. исслед., 2002.—335 с.
5	Гликлих Ю.Е. Что такое гладкое многообразие? /Ю.Е. Гликлих // Соросовский образовательный журнал.- 1998.- № 11.- С. 155-159
6	Гликлих Ю.Е. О понятиях топологического пространства и непрерывного отображения. /Ю.Е. Гликлих // Соросовский образовательный журнал.- 2000.- Т. 6.- № 11.- С. 116-121.
7	Погорелов А. В.. Дифференциальная геометрия: Учеб. для студ. мат. спец. ун-тов и пед. ин-тов./ А.В. Погорелов.—6-е изд., стер.—М.: Наука, 1974.—176 с.
8	Гликлих Ю.Е. Топология и дифференциальная геометрия (Пятое издание) / Ю.Е. Гликлих.- Воронеж: ВГУ, 2010.- 100 с.
9	Гликлих Ю.Е. Топология и дифференциальная геометрия (Четвертое издание) / Ю.Е. Гликлих.- Воронеж: ВГУ, 2007.- 76 с. / <a href="http://www.math.vsu.ru/chair/alg/jul07001.pdf">http://www.math.vsu.ru/chair/alg/jul07001.pdf</a>
10	Гликлих Ю.Е. Геометрия многообразий, мотивированная математической физикой. Издание второе, переработанное / Ю.Е. Гликлих.- Воронеж: ВГУ, 2009.- 132 с.
11	Виро О.Я. Задачи по топологии / О.Я. Виро, О.А. Иванов, Н.Ю. Нецветаев, В.М. Харламов.- СПб: Издательство СПбГУ, 2000.- 208 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы

№ п/п	Источник
12	<a href="http://www.lib.vsu.ru/?p=4">http://www.lib.vsu.ru/?p=4</a> - Электронный каталог ЗНБ ВГУ
13	<a href="https://lanbook.lib.vsu.ru/">https://lanbook.lib.vsu.ru/</a> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань»
14	<a href="https://math.vsu.ru/wp/?page_id=937">https://math.vsu.ru/wp/?page_id=937</a> – Сайт факультета

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Стинрод Н. Первые понятия топологии: Геометрия отображений отрезков, кривых, окружностей и кругов / Н. Стинрод, У. Чинн; Пер. с англ. И. А. Вайнштейна.—Новокузнецк: Новокузнец. физ.-мат. ин-т, 2000.—223 с.
2	Новиков С. П. Топология / С.П. Новиков.—2-е изд., испр. и доп.—М.;Ижевск: Ин-т компьютер. исслед., 2002.—335 с.
3	Гликлих Ю.Е. Что такое гладкое многообразие? /Ю.Е. Гликлих // Соросовский образовательный журнал.- 1998.- № 11.- С. 155-159
4	Гликлих Ю.Е. О понятиях топологического пространства и непрерывного отображения. /Ю.Е. Гликлих // Соросовский образовательный журнал.- 2000.- Т. 6.- № 11.- С. 116-121.
5	Погорелов А. В.. Дифференциальная геометрия: Учеб. для студ. мат. спец. ун-тов и пед. ин-тов./ А.В. Погорелов.—6-е изд., стер.—М.: Наука, 1974.—176 с.

6	Гликлих Ю.Е. Топология и дифференциальная геометрия (Пятое издание) / Ю.Е. Гликлих.- Воронеж: ВГУ, 2010.- 100 с.
7	Гликлих Ю.Е. Топология и дифференциальная геометрия (Четвертое издание) / Ю.Е. Гликлих.- Воронеж: ВГУ, 2007.- 76 с. / <a href="http://www.math.vsu.ru/chair/alg/jul07001.pdf">http://www.math.vsu.ru/chair/alg/jul07001.pdf</a>
8	Гликлих Ю.Е. Геометрия многообразий, мотивированная математической физикой. Издание второе, переработанное / Ю.Е. Гликлих.- Воронеж: ВГУ, 2009.- 132 с.
9	Положение об организации самостоятельной работы обучающихся в Воронежском государственном университете

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

Дисциплина может реализовываться с применением дистанционных образовательных технологий.

Перечень необходимого программного обеспечения: операционная система Windows или Linux, Microsoft, Windows Office, LibreOffice 5, Calc, Math, браузер Mozilla Firefox, Opera или Internet.

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Специализированная мебель.

Для самостоятельной работы используется класс с компьютерной техникой, оснащенный необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и законодательно - правовой и нормативной поисковой системой, имеющий выход в глобальную сеть.

При реализации дисциплины с использованием дистанционного образования возможны дополнения материально-технического обеспечения дисциплины

### 19. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Топология метрических пространств.	ОПК-1	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Контрольная работа
2	Непрерывные отображения метрических пространств.	ОПК-1	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Контрольная работа
3	Топология произведения и фактортопология.	ОПК-1	ОПК-1.2, ОПК-1.3	Контрольная работа
4	Хаусдорфовы пространства с первой аксиомой счетности.	ОПК-1	ОПК-1.2	Контрольная работа
5	Теорема Вейерштрасса для компактных топологических пространств.	ОПК-1	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Контрольная работа
6	Понятие гомотопии.	ОПК-1	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Контрольная работа
7	Гладкие отображения многообразий. Регулярные точки.	ОПК-1	ОПК-1.2, ОПК-1.3	Контрольная работа
8	Топологический индекс по модулю 2.	ОПК-1	ОПК-1.2	Контрольная работа
9	Иммерсии и субмерсии	ОПК-1	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Контрольная работа
Промежуточная аттестация Форма контроля - Зачет		Зачет выставляется при успешной сдаче контрольной работы		

### 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

### Примерный перечень задач для контрольной работы:

#### Контрольно-измерительный материал № 1

1. Топология произведения и фактортопология.

#### Примерный перечень вопросов

1	Топология метрических пространств.
2	Непрерывные отображения метрических пространств.
3	Топология произведения и фактортопология.
4	Хаусдорфовы пространства с первой аксиомой счетности.
5	Теорема Вейерштрасса для компактных топологических пространств.
6	Понятие гомотопии.
7	Гладкие отображения многообразий. Регулярные точки.
8	Топологический индекс по модулю 2.
9	Иммерсии и субмерсии

Текущий контроль представляет собой проверку усвоения учебного материала теоретического характера, регулярно осуществляемую на занятиях.

Цель текущего контроля:

Определение уровня сформированности профессиональных компетенций, знаний и навыков деятельности в области знаний, излагаемых в курсе.

Задачи текущего контроля: провести оценивание

1. уровня освоения теоретических и практических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности обучающегося применять теоретические и практические знания и профессионально значимую информацию, сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Текущий контроль предназначен для проверки хода и качества формирования компетенций, стимулирования учебной работы обучаемых и совершенствования методики освоения новых знаний. Он обеспечивается проведением контрольной работы. В ходе контрольной работы обучающемуся выдается КИМ с теоретическим вопросом и предлагается ответить на данный вопрос. Ограничение по времени 90 минут.

Если текущая аттестация проводится в дистанционном формате, то обучающийся должен иметь компьютер и доступ в систему «Электронный университет». Если у обучающегося отсутствует необходимое оборудование или доступ в систему, то он обязан сообщить преподавателю об этом за 2 рабочих дня. На контрольную работу в дистанционном режиме отводится ограничение по времени 100 минут.

### 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация предназначена для определения уровня освоения всего объема учебной дисциплины. Промежуточная аттестация по дисциплине «Дополнительные главы топологии» проводится в форме зачета.

При промежуточной аттестации уровень освоения учебной дисциплины и степень сформированности компетенции определяются оценками «зачтено» и «незачтено», которые формируются следующим образом:

Контрольная работа – по степени правильности ответа на вопрос контрольной работы.

Шкала оценок	Критерии оценок
Зачтено	Студент показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.
Не зачтено	Наличие серьезных упущений в процессе изложения учебного материала; в случае отсутствия знаний основных понятий и определений курса или присутствии большого количества ошибок при интерпретации основных определений; если студент показывает значительные затруднения при ответе на предложенные основные и дополнительные вопросы; при условии отсутствия ответа на основной и дополнительный вопросы

### 20.3 Фонд оценочных средств сформированности компетенций студентов, рекомендуемый для проведения диагностических работ

№1. Набор  $\tau$  подмножеств множества  $X$  называется топологией, если он обладает следующими свойствами: (i)  $X$  и пустое множество входят в  $\tau$ ;  
(ii) объединение любого числа множеств из  $\tau$  принадлежит  $\tau$ ;  
(iii) пересечение конечного числа множеств из  $\tau$  принадлежит  $\tau$ .

Если набор  $\tau$  задан,  $(X, \tau)$  называется

- а) топологическим пространством;
- б) линейным пространством;
- в) метрическим пространством.

№2 Точка  $x_0$  топологического пространства  $(X, \tau)$  называется предельной точкой множества  $A \subset X$ , если в любой ее окрестности содержится точка из  $A$ ...

- а) не равная  $x_0$ ;
- б) равная  $x_0$ .

№3 Отображение  $f$  называется ... в точке  $x \in X$ , если для любой окрестности  $U \in \sigma$  точки  $f(x)$  в  $Y$  существует окрестность  $V \in \tau$  точки  $x$  в  $X$  такая, что из того, что точка  $x'$  принадлежит  $V$  следует, что  $f(x')$  принадлежит  $U$ .

- а) непрерывным;
- б) дифференцируемым.

№4 Топологическое пространство  $(X, \tau)$  называется линейно связным, если любые его две точки можно соединить ... путем.

- а) непрерывным;
- б) прерывистым.

№5 Топологическое пространство называется компактным, если из любого его открытого покрытия можно выделить ... подпокрытие.

- а) конечное;
- б) счётное.

№6 Является ли данное множество топологическим пространством:  $X$  — произвольное множество,  $\tau$  содержит все подмножества множества  $X$ ?

да.

№7 Пусть  $A = [0, 1]$  — отрезок вещественной прямой  $\mathbb{R}^1$  с обычной топологией, тогда множество внутренних точек  $[0, 1]$  равно?

(0,1)

№8 Пусть  $X = \mathbb{R}^1$  с обычной топологией и  $A = (0, 1]$ ,  $A \subset X$ . Тогда граница  $A$  состоит из точек?

0, 1

№9 Пусть  $X = \mathbb{R}^1$  с обычной топологией и  $A = (8, 11]$ ,  $A \subset X$ . Тогда граница  $A$  состоит из точек?

8, 11

№10 Является ли данное множество топологическим пространством:  $X$  — произвольное множество,  $\tau$  состоит из двух множеств  $X$  и  $\emptyset$ ?

да

#### Критерии и шкалы оценивания заданий ФОС:

1) Задания закрытого типа (выбор одного варианта ответа, верно/неверно):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ.

2) Задания открытого типа (короткий текст):

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ.

3) Задания открытого типа (число):

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ.

**Задания раздела 20.3 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных результатов освоения данной дисциплины (знаний, умений, навыков).**

Программа рекомендована НМС математического факультета протокол № 0500-04 от 18.06.2020 г.