

Белорусский государственный университет



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

О.Н. Здрок

2020 г.

Регистрационный № УД- 8420 /уч.

ОСНОВЫ ВЕКТОРНОГО И ТЕНЗОРНОГО АНАЛИЗА

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 04 01 Физика (по направлениям)

Направление специальности:

1-31 04 01-02 Физика (производственная деятельность)

2020 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-31 04 01 -2013 и учебных планов № G 31- 162/уч. от 30.05.2013 и № G31СИБД-237/уч. от 01.04.2020

СОСТАВИТЕЛИ:

Н.Г. Абрашина-Жадаева – заведующая кафедрой высшей математики и математической физики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук Российской Федерации, доцент;

И.А. Тимошенко – старший преподаватель кафедры высшей математики и математической физики Белорусского государственного университета.

РЕЦЕНЗЕНТ:

А.Н. Фурс – заведующий кафедрой теоретической физики и астрофизики Белорусского государственного университета, доктор физ-мат. наук, профессор.

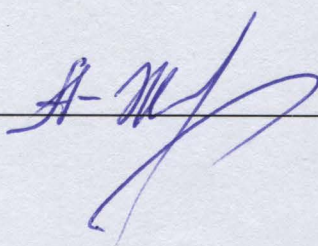
РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой высшей математики и математической физики
(протокол № 10 от 26.05.2020);

Научно-методическим Советом БГУ

(протокол № 5 от 17.06.2020)

Заведующая кафедрой _____



Абрашина-Жадаева Н.Г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – ознакомление студентов с основными понятиями исчисления тензоров, скалярных, векторных и тензорных функций одной, двух и трех переменных, теории кривых и поверхностей в трехмерном евклидовом пространстве, а также кратными, криволинейными и поверхностными интегралами.

Задачи учебной дисциплины:

1. формирование целостной системы знаний об основных математических инструментах исследования физических процессов;
2. обучение навыкам исследования физических процессов инструментами математики.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Современная физика прочно базируется на современном математическом аппарате. Студенты физического факультета уже знакомы с понятием векторов и скаляров. Дисциплина «Основы векторного и тензорного анализа» призвана обобщить данные понятия на случай их функциональной зависимости от координат, а также расширить понимание скаляров и векторов как частных случаев тензорных величин, применить новые понятия в рамках дифференциальной геометрии и теории поля.

Учебная дисциплина относится к компоненту учреждения высшего образования цикла специальных дисциплин.

Связи с другими учебными дисциплинами. «Основы векторного и тензорного анализа» базируется на знаниях, приобретенных в результате освоения дисциплин «Математический анализ», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Основы векторного и тензорного анализа» должно обеспечить формирование следующих компетенций:

Академические компетенции:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
- АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Социально-личностные компетенции:

- СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.
- СЛК-6. Уметь работать в команде.

Профессиональные компетенции:

- ПК-1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики, современных технологий и материалов, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента.
- ПК-2. Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру.
- ПК-3. Проводить планирование и реализацию физического эксперимента, оценивать функциональные возможности сложного физического оборудования.
- ПК-4. Пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.
- ПК-6. Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-исследовательской, научно-производственной и научно-педагогической работы.
- ПК-8. Осуществлять на основе методов математического моделирования оценку эксплуатационных параметров оборудования и технологических процессов, эффективности разрабатываемых технологий.
- ПК-11. Владеть знаниями о структурной организации материи, о современных физических методах познания природы.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- тензоры и операции над ними;
- тензоры в евклидовом пространстве;
- основные элементы дифференциальной геометрии;
- дифференциальные операции и теоремы теории поля;
- двойные, тройные интегралы и их приложения;
- криволинейные и поверхностные интегралы;

уметь:

- вычислять двойные, тройные интегралы;
- параметризовать кривые и поверхности в 3-х мерном пространстве;
- вычислять длину, кривизну и кручение кривых;
- вычислять площадь поверхности, длины кривых и углы между кривыми на поверхности, среднюю и гауссову кривизны поверхности;

- вычислять поток и циркуляцию векторных полей, находить скалярный и векторные потенциалы;
- записывать дифференциальные операции теории поля в ортогональных криволинейных координатах;
- записывать закон преобразования тензоров и проводить операции над тензорами;

владеть:

- базовыми знаниями по тензорному и векторному анализу;
- знаниями и методами, которые используются в других математических дисциплинах, в общей и теоретической физике.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается во 2 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Основы векторного и тензорного анализа» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 216 часов, в том числе 116 аудиторных часов, из них: лекции – 52 часа, практические занятия – 56 часов, управляемая самостоятельная работа (аудиторная) – 6 часов, управляемая самостоятельная работа (ДО) – 2 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации – зачет, экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Элементы дифференциальной геометрии

Тема 1.1. Векторные операции в индексных обозначениях.

Тема 1.2. Векторная функция скалярного аргумента. Понятие кривой.

Тема 1.3. Гладкие кривые. Треугольник Френе.

Тема 1.4. Формулы Френе. Кривизна и кручение кривой.

Тема 1.5. Гладкие поверхности. Касательная плоскость и нормаль.

Тема 1.6. Первая квадратичная форма поверхности и ее применение.

Тема 1.7. Вторая квадратичная форма поверхности, средняя и гауссова кривизны.

Раздел 2. Скалярные и векторные поля

Тема 2.1. Скалярные и векторные поля. Дифференцируемость. Градиент, дивергенция, ротор, производная по направлению.

Тема 2.2. Оператор Гамильтона. Дифференциальные операции второго порядка.

Тема 2.3. Криволинейные ортогональные системы координат.

Тема 2.4. Приложения дифференциальной геометрии и теории поля.

Раздел 3. Кратные и несобственные интегралы

Тема 3.1. Двойной интеграл. Определение и условия существования. Свойства.

Тема 3.2. Приведение двойного интеграла к повторному. Замена переменных в двойном интеграле.

Тема 3.3. Тройной интеграл. Определение и способы вычисления.

Тема 3.4. Замена переменных в тройном интеграле. Приложение кратных интегралов.

Тема 3.5. Несобственные кратные интегралы. Собственные интегралы, зависящие от параметра.

Тема 3.6. Несобственные интегралы, зависящие от параметра. Интегралы Эйлера.

Раздел 4. Криволинейные и поверхностные интегралы

Тема 4.1. Криволинейные интегралы 1-го и 2-го рода. Теорема Грина.

Тема 4.2. Поверхностные интегралы 1-го и 2-го рода.

Тема 4.3. Теоремы Стокса и Остроградского-Гаусса.

Раздел 5. Основы теории поля

Тема 5.1. Инвариантное определение градиента скалярного поля, дивергенции и ротора векторных полей.

Тема 5.2. Потенциальные и соленоидальные векторные поля. Критерии. Вычисление потенциалов.

Тема 5.3. Операции теории поля в ортогональных криволинейных системах координат.

Раздел 6. Элементы тензорной алгебры

Тема 6.1. Сопряженные пространства. Преобразование базисов и определение тензора.

Тема 6.2. Алгебраические операции над тензорами. Прямой и обратный тензорные признаки.

Тема 6.3. Элементы тензорного анализа в евклидовом пространстве.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

Номер темы	Название темы	Количество аудиторных часов		Количество часов УСР	Формы контроля Знаний
		лекции	практические занятия		
1	Элементы дифференциальной геометрии	14	14		
1.1.	Векторные операции в индексных обозначениях.	2	2		Компьютерное тестирование
1.2.	Векторная функция скалярного аргумента. Понятие кривой.	2	2		Компьютерное тестирование
1.3.	Гладкие кривые. Трехгранник Френе.	2	2		Компьютерное тестирование
1.4.	Формулы Френе. Кривизна и кручение кривой.	2	2		Компьютерное тестирование
1.5.	Гладкие поверхности. Касательная плоскость и нормаль.	2	2		Компьютерное тестирование
1.6.	Первая квадратичная форма поверхности и ее применение.	2	2		Компьютерное тестирование
1.7.	Вторая квадратичная форма поверхности, средняя и гауссова кривизны.	2	2		Компьютерное тестирование
2	Скалярные и векторные поля	6	6	4	
2.1.	Скалярные и векторные поля. Дифференцируемость. Градиент, дивергенция, ротор, производная по направлению.	2	2		Компьютерное тестирование
2.2.	Оператор Гамильтона. Дифференциальные операции второго порядка.	2	4		Компьютерное тестирование
2.3.	Криволинейные ортогональные системы координат.	2		2	Контрольная работа по разделам 1-2
2.4.	Приложения дифференциальной геометрии и теории поля.			2(ДО)	Отчет
3	Кратные и несобственные интегралы	12	12		
3.1.	Двойной интеграл. Определение и условия существования. Свойства.	2	2		Компьютерное тестирование
3.2.	Приведение двойного интеграла к повторному. Замена переменных в двойном интеграле.	2	2		Компьютерное тестирование
3.3.	Тройной интеграл. Определение и способы вычисления.	2	2		Компьютерное тестирование
3.4.	Замена переменных в тройном интеграле. Приложение кратных интегралов.	2	2		Компьютерное тестирование
3.5.	Несобственные кратные интегралы. Собственные интегралы, зависящие от	2	2		Компьютерное тестирование

	параметра.				
3.6.	Несобственные интегралы, зависящие от параметра. Интегралы Эйлера.	2	2		Компьютерное тестирование
4	Криволинейные и поверхностные интегралы	8	10	2	
4.1.	Криволинейные интегралы 1-го и 2-го рода. Теорема Грина.	3	4		Компьютерное тестирование
4.2.	Поверхностные интегралы 1-го и 2-го рода.	3	4		Компьютерное тестирование
4.3.	Теоремы Стокса и Остроградского-Гаусса.	2	2	2	Контрольная работа по разделам 3-4
5	Основы теории поля	6	6		
5.1.	Инвариантное определение градиента скалярного поля, дивергенции и ротора векторных полей.	2	2		Компьютерное тестирование
5.2.	Потенциальные и соленоидальные векторные поля. Критерии. Вычисление потенциалов.	2	2		Компьютерное тестирование
5.3.	Операции теории поля в ортогональных криволинейных системах координат.	2	2		Компьютерное тестирование
6	Элементы тензорной алгебры	6	8	2	
6.1.	Сопряженные пространства. Преобразование базисов и определение тензора.	2	2		Компьютерное тестирование
6.2.	Алгебраические операции над тензорами. Прямой и обратный тензорные признаки.	2	4		Компьютерное тестирование
6.3.	Элементы тензорного анализа в евклидовом пространстве.	2	2	2	Контрольная работа по разделам 5-6

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Будак Б.М. Кратные интегралы и ряды / Б.М. Будак, С.В. Фомин. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. — 511 с.
2. Ильин В.А. Основы математического анализа / В.А. Ильин, Э.Г. Позняк. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. — Ч. 2. — 464 с.
3. Рашевский П.К. Курс дифференциальной геометрии / П.К. Рашевский. — М.: Едиториал УРСС, 2003. — 2003 с.
4. Рашевский П.К. Риманова геометрия и тензорный анализ / П.К. Рашевский. — М.: Едиториал УРСС, 2003. — 664 с.
5. Абрашина–Жадаева Н.Г. Основы векторного и тензорного анализа : теория, задачи / Н.Г. Абрашина–Жадаева, И.А. Тимощенко — Мн.: БГУ, 2011. — 255 с.
6. Высшая математика. Сборник задач : учеб. пособие. В 3 ч. Ч. 2. Линейная алгебра. Анализ функций многих переменных / В. К. Ахраменко и др; под ред. : Н.Г. Абрашиной-Жадаевой, В.Н. Русака. – Минск, БГУ. – 2014. – 384 с.
7. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу / Б.П. Демидович. — М.: АСТ: Астрель, 2006. — 559 с.
8. Abrashina-Zhadaeva N.G. Vector and tensor analysis through examples and exercises / N.G. Abrashina-Zhadaeva, I.A. Timoshchenko. Minsk, BSU – 2019. – 250 p.

Перечень дополнительной литературы

1. Н.Е. Кочин. Векторное исчисление и начала тензорного исчисления / Н.Е. Кочин. — М.: Наука, 1965. — 426 с.
2. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа / Л.Д. Кудрявцев. — М.: Наука, 1981. — Ч. 2. — 416 с.
3. Позняк Э.Г., Шикин Е.В. Дифференциальная геометрия: первое знакомство / Э.Г. Позняк, Е.В. Шикин. — М.: Из.-во МГУ, 1990. — 384 с.
4. Сборник задач по дифференциальной геометрии / И.В. Белько [и др.]; под общ. ред. А.С. Феденко. — М.: Наука, 1979. — 272 с.
5. Дифференциальная геометрия, топология и тензорный анализ: сб. задач / Н.И. Кованцов [и др.] — 2-е изд. — К.: Выща шк., 1989. — 398 с.
6. Мак-Коннел А.Дж. Введение в тензорный анализ с приложениями к геометрии, механике и физике / А.Дж. Мак-Коннел. — М.: Физматгиз, 1963. — 411 с.
7. Акивис М.А., Гольдберг В.В. Тензорное исчисление / М.А. Акивис, В.В. Гольдберг. — М.: Наука, 1972. — 352 с.
8. Схоутен Я.А. Тензорный анализ для физиков / Я.А. Схоутен. — М.: Наука, 1965. — 456 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для диагностики компетенций и текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать компьютерное тестирование по разделам дисциплины, отчет по управляемой самостоятельной работе (ДО), контрольные работы. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно. Предлагается аналогичное домашнее задание, обязательное выполнение которого является необходимым условием для получения зачета и допуска к экзамену.

Контрольная работа проводится в письменной форме. На выполнение контрольной работы отводится 90 мин.

Отчет по результатам дистанционного изучения темы 2.4 «Приложения дифференциальной геометрии и теории поля.» загружается студентом в соответствующий курс на образовательном портале физического факультета (eduphys.bsu.by).

Оценка всех форм текущего контроля проводится по десятибалльной шкале.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Основы векторного и тензорного анализа» учебным планом предусмотрен зачет и экзамен.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- средняя оценка по контрольным работам – 75 %;
- средняя оценка по компьютерным тестам – 10 %;
- отчет (ДО) – 15 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов. Вес оценки текущей успеваемости составляет 40 %, экзаменационной оценки – 60 %.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

В качестве управляемой самостоятельной работы студентов планируется решение задач, выполнение упражнений. Форма контроля: контрольная работа, компьютерное тестирование, отчет по теме 2.4 «Приложения дифференциальной геометрии и теории поля». (2 ч/ДО).

Примерный перечень тем контрольной работы:

1. Основы дифференциальной геометрии.
2. Скалярные и векторные поля.
3. Кратные и несобственные интегралы.
4. Криволинейные и поверхностные интегралы.
5. Основы теории поля.
6. Элементы тензорной алгебры.

Примерный перечень тем компьютерного тестирования:

1. Основы дифференциальной геометрии.
2. Скалярные и векторные поля.
3. Кратные и несобственные интегралы.
4. Криволинейные и поверхностные интегралы.
5. Основы теории поля.
6. Элементы тензорной алгебры.

Примерный перечень заданий для отчета (ДО):

1. Найдите параметрическое и неявное уравнения кривой, которая является геометрическим местом точек, симметричных вершине параболы относительно ее касательных. Найти ее кривизну в произвольной точке. Указать название данной кривой.
2. Цилиндрический пучок параллельных лучей падает на цилиндрическую отражающую поверхность. Найти форму изображения на плоскости, перпендикулярной зеркалу, в зависимости от соотношений радиусов пучка и зеркала.
3. Стартуя с уравнения Эйлера для течения идеальной жидкости, получить уравнение Бернулли.

Отчет с выполненными заданиями загружается студентом в соответствующий курс на образовательном портале БГУ (eduphys.bsu.by).

Примерный перечень тем практических занятий

1. Векторные операции в индексных обозначениях.
2. Векторная функция скалярного аргумента. Понятие кривой.
3. Гладкие кривые. Трехгранник Френе.
4. Формулы Френе. Кривизна и кручение кривой.
5. Гладкие поверхности. Касательная плоскость и нормаль.
6. Первая квадратичная форма поверхности и ее применение.

7. Вторая квадратичная форма поверхности, средняя и гауссова кривизны.
8. Скалярные и векторные поля. Дифференцируемость. Градиент, дивергенция, ротор, производная по направлению.
9. Оператор Гамильтона. Дифференциальные операции второго порядка.
10. Двойной интеграл. Определение и условия существования. Свойства.
11. Приведение двойного интеграла к повторному. Замена переменных в двойном интеграле.
12. Тройной интеграл. Определение и способы вычисления.
13. Замена переменных в тройном интеграле. Приложение кратных интегралов.
14. Несобственные кратные интегралы. Собственные интегралы, зависящие от параметра.
15. Несобственные интегралы, зависящие от параметра. Интегралы Эйлера.
16. Криволинейные интегралы 1-го и 2-го рода. Теорема Грина.
17. Поверхностные интегралы 1-го и 2-го рода.
18. Теоремы Стокса и Остроградского-Гаусса.
19. Инвариантное определение градиента скалярного поля, дивергенции и ротора векторных полей.
20. Потенциальные и соленоидальные векторные поля. Критерии. Вычисление потенциалов.
21. Операции теории поля в ортогональных криволинейных системах координат
22. Сопряженные пространства. Преобразование базисов и определение тензора.
23. Алгебраические операции над тензорами. Прямой и обратный тензорные признаки.
24. Элементы тензорного анализа в евклидовом пространстве.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса рекомендуется использовать следующие инновационные подходы и методы:

1. **Практико-ориентированный подход**, который предполагает освоение содержания образования через решения практических задач, которые способствуют формированию основ дальнейшей профессиональной деятельности.
2. **Развитие критического мышления**: формирование навыков работы с информацией в процессе чтения и письма; понимания информации как отправного, а не конечного пункта критического мышления.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов по данной дисциплине предполагает проработку основной и дополнительной литературы, самостоятельный поиск сведений, расширение конспекта лекций по результатам данной проработки. Самостоятельную работу студентов следует организовывать на основе принципов системности и регулярности. В помощь студентам рекомендуется разрабатывать и совершенствовать дистанционный курс на образовательном портале физического факультета.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Векторная функция скалярного аргумента.
2. Кривые в пространстве
3. Сопровождающий трехгранник кривой.
4. Формулы Френе.
5. Вычисление кривизны и кручения.
6. Гладкие поверхности. Касательная плоскость. Нормаль.
7. Первая квадратичная форма поверхности и ее применение.
8. Вторая квадратичная форма поверхности.
9. Криволинейные системы координат.
10. Скалярное поле.
11. Векторное поле.
12. Оператор Гамильтона.
13. Дифференциальные операции второго порядка над полями.
14. Двойной интеграл
15. Тройной интеграл
16. Собственные интегралы, зависящие от параметра
17. Несобственные интегралы, зависящие от параметра
18. Интегралы Эйлера
19. Криволинейный интеграл первого рода.
20. Криволинейный интеграл второго рода.
21. Формула Грина.
22. Поверхностный интеграл первого рода.
23. Поверхностный интеграл второго рода.
24. Теорема Стокса.
25. Теорема Остроградского--Гаусса.
26. Инвариантное определение операций градиента, дивергенции и ротора.
27. Потенциальные векторные поля.
28. Соленоидальные векторные поля.
29. Градиент в криволинейных координатах.
30. Дивергенция в криволинейных координатах
31. Ротор в криволинейных координатах.

32. Сопряженные линейные пространства.
33. Преобразование базисов.
34. Тензорное произведение линейных пространств.
35. Тензоры высшей валентности.
36. Алгебраическое определение тензора. Операции над тензорами.
37. Метрические соотношения.
38. Символ Леви-Чивиты.

Методические рекомендации по организации обучения в случае необходимости преимущественного применения электронных средств обучения (ЭСО).

В случае необходимости проведения занятий с преимущественным применением электронных средств обучения (далее - ЭСО), занятия следует проводить на образовательном портале физического факультета (www.eduphys.bsu.by). Для обеспечения учебного процесса преподаватель может использовать все технические средства, предоставляемые образовательным порталом физического факультета. В случае технической неисправности образовательного портала преподаватель вправе использовать иные ресурсы по своему усмотрению.

Контрольные мероприятия проводятся на образовательном портале согласно учебно-методической карте. В случае необходимости письменные контрольные работы разрешается заменить компьютерным тестированием, эссе, индивидуальным заданием или иной доступной на образовательном портале формой контроля знаний. Преподаватель вправе не проводить контроль знаний после каждого занятия.

Проведение экзамена в устной форме

1. Всем студентам дается примерно одинаковое время на подготовку и ответ. Расписание ответов согласуется со студентами до начала экзамена
2. Студент получает доступ к своему заданию в назначенное время. Ответ оформляется студентом в письменном виде, затем сканируется.
3. После окончания времени подготовки студент подключается к соответствующему вебинару (bigbluebutton или иному) на образовательном портале физического факультета, включает микрофон и вебкамеру (или иными способами идентифицирует свою личность).
4. Преподаватель предоставляет студенту возможность продемонстрировать свой экран с подготовленным ответом на экзаменационный билет и проводит опрос.
5. Преподаватель сообщает студенту оценку текущего контроля, экзаменационную и рейтинговую оценку. Студент устно подтверждает, что ознакомлен с итоговой оценкой.
6. Аудио- и видеозапись вебинара ведется в случае наличия технических возможностей.

Проведение экзамена в форме компьютерного теста.

1. Все студенты начинают проходить тест в одно и то же время. Время начала теста, длительность теста и количество вопросов в тесте сообщается студентам заранее (не позднее, чем на консультации). По истечении времени открытые попытки отправляются автоматически.
2. Тест закрывается в установленный срок, определяемый преподавателем и сообщаемый студентам заранее (не позднее, чем на консультации). Длительность теста не может превышать времени от начала теста до его закрытия, но может с ним совпадать.
3. Студент может видеть результаты своей попытки (а именно: является ли его ответ на каждый вопрос правильным, баллы за ответ, правильный ответ на каждый вопрос, итоговый отзыв к тесту) только после закрытия теста.
4. Экзаменационная оценка (оценка текущей аттестации) выставляется на основании шкалы перевода процента верных ответов в десятибалльную оценку:

Процент верных ответов	0-14	15-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	75-84	85-94	95-100
Оценка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

5. Решением кафедры данную шкалу можно изменить. Студенты должны быть ознакомлены со шкалой заранее (не позднее, чем на консультации).
6. После закрытия теста на протяжении 45 минут (срок апелляции) студент имеет право обратиться в письменной форме на образовательном портале в соответствующем форуме данного курса к преподавателю за пояснениями о том, почему его ответ на тот или иной вопрос был неверен. В течение 90 минут с момента появления вопроса студент должен получить письменные разъяснения со стороны преподавателя.
7. После ответа на последний вопрос (или по истечении срока апелляции, если вопросов не было), преподавателем уже в течение 45 минут должна быть выставлена на образовательном портале фотография (скан) заполненной экзаменационной ведомости с итоговыми оценками по дисциплине.
8. На протяжении двух часов после выставления экзаменационной ведомости по дисциплине каждый студент должен в письменной форме на образовательном портале подтвердить, что он ознакомлен с итоговой оценкой по курсу.
9. По усмотрению преподавателя, если шкала перевода процента верных ответов на тест имеет верхнее ограничение ниже 10 баллов, то студент имеет право на ответ в устной или устно-письменной форме для получения наивысшей оценки текущей аттестации. В таком случае, после закрытия теста студент выходит на связь с преподавателем любым заранее (не позднее, чем на консультации) оговоренным образом. Время апелляции начи-

нает отсчитываться от окончания видеосвязи с последним студентом, и далее вступают в силу п.п. 6-8.

10. Если по каким-то причинам студент не имеет технической возможности пройти тест он-лайн в установленное время, он обязан сообщить об этом не позднее, чем на консультации, для того, чтобы факультет предоставил ему такую возможность.
11. В случае возникновения во время теста обстоятельств непреодолимой силы, не позволяющих студенту пройти тест, он незамедлительно должен сообщить об этом преподавателю любым способом.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Аналитическая геометрия и линейная алгебра	Кафедра высшей математики и математической физики	Нет	Внесение изменений не требуется (протокол № 10 от 26.05.2020)
Дифференциальные и интегральные уравнения	Кафедра высшей математики и математической физики	Нет	Внесение изменений не требуется (протокол № 10 от 26.05.2020)
Теория функций комплексной переменной	Кафедра высшей математики и математической физики	Нет	Внесение изменений не требуется (протокол № 10 от 26.05.2020)
Методы математической физики	Кафедра высшей математики и математической физики	Нет	Внесение изменений не требуется (протокол № 10 от 26.05.2020)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на 2021/2022 учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
высшей математики и математической физики
(протокол № от 2020 г.)

Заведующая кафедрой высшей математики
и математической физики _____ Н.Г. Абрашина-Жадаева

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
к.ф.-м.н., доцент _____ М.С. Тиванов