«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. декана инженерно-физического факультета

_____/Алиева М.Ф.

« 16 » марта 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.05.03 Векторный и тензорный анализ

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Направленность: Фундаментальная физика

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Майкоп, 2021

Факультет: Инженерно-физический

Кафедра: Теоретической физики

Составитель (разработчик) программы:

к.ф.-м.н., доцент Жукова И.Н.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры теоретической физики,

протокол № 8 от «16» марта 2021 г.

Заведующий кафедрой: д.ф.-м.н., доцент Тлячев В.Б.

Согласовано:
Председатель УМК факультета: ст. преподаватель Плисенко О.А.

Содержание

		стр.
	Пояснительная записка	4
1.	Цели и задачи дисциплины	5
2.	Объём дисциплины по видам учебной работы	5
3.	Содержание дисциплины	6
4.	Самостоятельная работа обучающихся	6
5.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	8
6.	Образовательные технологии	9
7.	Методические рекомендации по дисциплине	10
8.	Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов	11
9.	Материально-техническое обеспечение дисциплины	12
10.	Лист регистрации изменений	13

Пояснительная записка

Рабочая программа дисциплины «Векторный и тензорный анализ» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, направленность (профиль) Фундаментальная физика.

Дисциплина «Векторный и тензорный анализ» относится к обязательной части Блока 1 дисциплин учебного плана и входит в раздел «Математика».

Для освоения дисциплины «Векторный и тензорный анализ» необходимы знания, умения и владения, сформированные в ходе изучения следующих дисциплин:

1. Основы математического анализа: а) дифференциальное и интегральное исчисление функции одной переменной, б) дифференциальное и интегральное исчисление функции нескольких переменных (частные производные, интегралы линейные, поверхностные, объемные);
2. Аналитическая геометрия и линейная алгебра: а) Системы координат на плоскости и в пространстве; б) Векторная алгебра; в) Матрицы и определители; г) Линии и поверхности второго порядка.
3. Элементарная физика (Введение в физику): а) описание электрического и магнитного полей; б) потенциальные поля.
4. Механика и СТО.
5. Молекулярная физика.
6. Электричество и магнетизм.

Трудоемкость дисциплины: 4 з.е./ 144 ч.;

контактная работа: 70,3 ч.:
занятия лекционного типа 34 ч.,
практические занятия 34 ч.,
контроль самостоятельной работы 2 ч.,
иная контактная работа 0,3 ч.,
контролируемая письменная работа -
СР 47 ч.,
контроль 26,7 ч.

Ключевые слова:

векторная алгебра, скаляр, вектор, проекция вектора, координаты вектора, правая и левая системы координат, скалярное произведение векторов, векторное произведение векторов, смешанное произведение векторов, вектор площади, скалярное поле, векторное поле, поверхность уровня, векторные линии, производная по направлению, градиент, поток векторного поля, дивергенция, теорема Гаусса, циркуляция, ротор, теорема Стокса, дифференциальные операции второго порядка, оператор Гамильтона («набла»), Лапласиан, криволинейные ортогональные координаты, символ Кронекера, ковариантные и контравариантные компоненты вектора, тензор, ранг, тензорная алгебра.

1. Цели и задачи изучения дисциплины

Цели преподавания дисциплины:

– ознакомление с математическим аппаратом векторного и тензорного анализа в объеме, необходимом в дальнейшем при изучении теоретической физики;

– формирование понимания того, что единство теорий полей (гравитационного, электромагнитного и др.) лежит в аналитическом аппарате, позволяющем значительно сократить многочисленные выкладки и сконцентрировать физическую идею.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1

Компетенция (код и наименование)	**Индикаторы достижения компетенций** (код и наименование)	**Результаты обучения**
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Анализирует проблемы, процессы и явления в области физики, использует на практике базовые знания и методы физических исследований.	*знает* основные свойства скалярных и векторных полей, встречающихся в курсе общей физики; *умеет* сопоставить уравнения с физическими свойствами полей, дать им физическую интерпретацию; *владеет* навыками практических вычислений характеристик скалярного и векторного полей (градиента, дивергенции, ротора, потока …).
	ОПК-1.4. Использует математический аппарат для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности.	*знает* основные понятия и теоремы векторного анализа и основные понятия тензорного анализа; *умеет* преобразовывать уравнения, записанные в векторном виде; *владеет* навыками практических вычислений по предмету.

2. Объем дисциплины по видам учебной работы

Объем дисциплины (модуля) общая трудоемкость: 4з.е./ 144 ч.

Форма обучения очная

Таблица 2

Виды учебной работы	Всего часов	семестр
		V
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа	**70,3**	**70,3**
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Семинары (С)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
ИКР	0,3	0,3
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
Самостоятельная работа (СР)	47	47
Контроль	26,7	26,7
Вид итогового контроля	экзамен	экзамен

3. Содержание дисциплины

Распределение часов по темам и видам учебной работы

Форма обучения очная, семестр 5. Таблица 3

№ раздела	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Количество часов						
		Всего	Контактная работа			СР	Контроль	ИКР
			Л	ПЗ	КСР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	**Модуль 1. Векторный анализ** Скалярное поле. Векторное поле. Основные операции векторного анализа. Формулы Грина, Гаусса-Остроградского, Стокса. Соленоидальные и потенциальные поля.	**58**	**16**	**16**	**1**	**16**	**9**	
2	**Модуль 2. Векторный анализ в криволинейных координатах.** Выражение основных операций векторного анализа в криволинейных ортогональных координатах.	**44,3**	**9**	**9**	**1**	**16**	**9**	**0,3**
3	**Модуль 3. Тензорный анализ** Понятие тензора. Основные операции над тензорами (тензорная алгебра). Примеры тензоров.	**41,7**	**9**	**9**	**-**	**15**	**8,7**	
Итого:		**144**	**34**	**34**	**2**	**47**	**26,7**	**0,3**

4. Самостоятельная работа обучающихся

Содержание самостоятельной работы обучающихся

Таблица 4

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Разделы или темы РП	Форма отчетности
1	Изучение теоретического материала по конспектам лекций	**Модуль 1** 4 ч	Опрос по карточкам на лекции; коллоквиум
2	Конспектирование по учебной литературе вопросов, оговоренных на лекции	**Модуль 1** 5ч	Проверка конспекта преподавателем. Опрос по карточкам на лекции, на практическом занятии; коллоквиум.
3	Подготовка к практическому занятию. Решение домашних заданий.	**Модуль 1** 5 ч	Проверка правильности решения заданий, опрос по карточкам и у доски.
4	Выполнение домашней контрольной работы	**Модуль 1** 2 ч	Проверка правильности выполнения работы.
5	КСР (аудиторные занятия) Сдача коллоквиума	**Модуль 1** 1 час (КСР)	Коллоквиум Письменный опрос
Всего часов по 1 модулю: 16 час СР, 1час КСР			

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Разделы или темы РП	Форма отчетности
6	Изучение теоретического материала по конспектам лекций	**Модуль 2** 4 ч	Опрос по карточкам на лекции; коллоквиум
7	Конспектирование по учебной литературе вопросов, оговоренных на лекции, доведение до конца выводов, начатых на лекции.	**Модуль 2** 4 ч	Проверка конспекта преподавателем, опрос по карточкам на лекции, на практическом занятии; коллоквиум.
8	Подготовка к практическим занятиям. Решение домашних заданий.	**Модуль 2** 4 ч	Проверка правильности решения заданий, опрос по карточкам и у доски.
9	Выполнение домашней контрольной работы	**Модуль 2** 3 ч	Проверка правильности выполнения работы.
10	Сдача домашней контрольной работы преподавателю	**Модуль 2** 1 ч	Проверка правильности выполнения работы.
11	КСР (аудиторные занятия) Сдача коллоквиума	**Модуль 2** 1 час (КСР)	Коллоквиум Письменный опрос
Всего часов по 2 модулю: 16 ч СР, 1ч КСР			
12	Изучение теоретического материала по конспектам лекций	**Модуль 3** 4 ч	Опрос по карточкам на лекции; коллоквиум
14	Конспектирование по учебной литературе вопросов, оговоренных на лекции, доведение до конца выводов, начатых на лекции.	**Модуль 3** 4 ч	Проверка конспекта преподавателем, опрос по карточкам на лекции, на практическом занятии; коллоквиум.
15	Подготовка к практическому занятию. Решение домашних заданий.	**Модуль 3** 3 ч	Проверка правильности решения заданий, опрос по карточкам и у доски.
16	Выполнение домашней контрольной работы	**Модуль 3** 4 ч	Проверка правильности выполнения работы.
Всего часов по 3 модулю: 15 ч СР			
Всего за семестр: 47 ч СР, 2ч КСР			

4.1. Темы курсовых работ (проектов) – не предусмотрены.

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся.

1. Федеральный портал «Российское образование» http://edu.ru/.
2. Национальная платформа открытого образования https://openedu.ru/.
3. ЭБС АГУ - http://adygnet.bibliotech.ru.
4. Российская электронная школа https://resh.edu.ru/.
5. Лекторий Физтеха - видеолекции - https://mipt.lectoriy.ru/.
6. Физика для всех - https://questions-physics.ru/.

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1.Основная литература

Таблица 5.1

№ п/п	Наименование, библиографическое описание	гриф
1	Тамм, И.Е. Основы теории электричества : учебное пособие / И.Е. Тамм. – 11-е изд., испр. и доп. – Москва : Физматлит, 2003. – 616 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69243 **(ЭБС)**	Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов физических специальностей университетов
2	Черненко, В.Д. Высшая математика в примерах и задачах : учебное пособие : в 3-х т. / В.Д. Черненко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : Политехника, 2011. – Т. 2. – 572 с.– Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=129579 **(ЭБС)**	
3	Гордиенко, А.Б. Основы векторного и тензорного анализа : учебное пособие / А.Б. Гордиенко, М.Л. Золотарев, Н.Г. Кравченко.– Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2009.– 133 с. – Режим доступа: по подписке.– URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232488 **(ЭБС)**	

5.2. Дополнительная литература

Таблица 5.2

№ п/п	Наименование, библиографическое описание
4	Френкель, Я.И. Курс теоретической механики на основе векторного и тензорного анализа / Я.И. Френкель. – Ленинград ; Москва : Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1940. – 435 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=102559 . **(ЭБС)**
5	Мак-Коннел, А.Д. Введение в тензорный анализ / А.Д. Мак-Коннел ; ред. Г.В. Коренев. – Москва : Гос. изд-во физико-математической лит., 1963. – 411 с. – (Физико-математическая библиотека инженера). – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116257. **(ЭБС)**
6	Кочин, Н.Е. Векторное исчисление и начала тензорного исчисления / Н.Е. Кочин. – 5-е изд., испр. – Ленинград ; Москва : Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1937. – 454 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=105572. **(ЭБС)**
7	Смирнов, В.И. Курс высшей математики : учебное пособие / В.И. Смирнов. – Изд. 21-е, стереотип. – Москва : Наука, 1974. – Т. 2. – 656 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459812 (Глава IV) **(ЭБС)**
8	Ильин, В.А. Основы математического анализа. В 2-х частях : учебник / В.А. Ильин, Э.Г. Позняк. – 5-е изд. – Москва : Физматлит, 2009. – Ч. II. – 464 с. – (Курс высшей математики и математической физики. Вып. 2). – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83225 **(ЭБС)**

5.3.Ресурсы информационно- телекоммуникационной сети «Интернет»

Таблица 5.3

№ п/п	Название (адрес) ресурса
1	http://ru.vlab.wikia.com/ Виртуальная лаборатория. Раздел: векторный анализ
2	http://www.astronet.ru/db/msg/1174842 страничка «Векторный анализ»
3	Общероссийский математический портал Math-Net.ru -
4	http://femto.com.ua/articles/part_2/4014.html Энциклопедия физики и техники. Тензорный анализ.
5	http://www.pm298.ru/mtenzor.php сайт «Прикладная математика», странички «Векторный анализ», «Тензорный анализ».

5.4. Периодические издания

Таблица 5.4.

№ п/п	Наименование
1.	Журнал «Физическое образование в вузах» И.Н. Жукова, В.Б. Тлячев Об одной задаче электростатики. Труды ФОРа, 1997, №2, с.131-141/http://fora.adygnet.ru/; В.С.Малых, И.Н.Жукова Электрическое напряжение: термин один, понятия-разные. Труды ФОРа, 2001, №6, с.3-10/http://fora.adygnet.ru/ В.С.Малых, И.Н.Жукова К вопросу о преобоазовании электромагнитного поля. Труды ФОРа, 2002, №7, с.3-12/http://fora.adygnet.ru/

6. Образовательные технологии

Таблица 6.

№ п/п	**Наименование раздела**	**Виды учебных занятий**	**Образовательные технологии**
1	**2**	**3**	**4**
1.	Векторный анализ.	Лекция. Векторное поле, векторные линии, диф. уравнение векторных линий.	Использование презентации (картины полей систем точечных зарядов), примеры решений дифференциальных уравнений векторных линий.
2.	Векторный анализ, векторный анализ в криволинейных координатах.	Практическое занятие	Работа в малых группах по заданиям таблицы (по карточкам, *Технология разноуровневого обучения*)
3.	Векторный анализ. Векторный анализ в криволинейных координатах..	КСР	ПК с необходимым программным обеспечением (выполнение задания на построение векторных линий векторного поля).
4.	Все разделы.	Самостоятельная работа	Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты, использование системы дистанционного обучения Moodle.

7. Методические рекомендации по дисциплине

7.1. Методические рекомендации преподавателю

Дисциплина «Векторный и тензорный анализ» (ВТА) входит в обязательную часть учебного плана в раздел «Математика». Она наиболее богата физическими приложениями, связанными, в частности, с практическим применением формул Гаусса-Остроградского, Стокса, дифференциальных операторов в ортогональных прямоугольных и криволинейных координатах. Из всех математических дисциплин, составляющих необходимый инструментарий специалиста-физика, векторный и тензорный анализ играют особую роль в его формировании. *Векторный анализ* нашел широкое применение в теоретических основах электроники и радиотехники, в гидромеханике, в теории поля. *Тензорный анализ* является удобным инструментом для исследования анизотропных сред в механике, электродинамике, в физике твердого тела (теория пьезоэлектричества, сегнетоэлектриков и т.п.). С его помощью рассматриваются современные задачи теории упругости, классической динамики, теории относительности.

В большинстве курсов математики аппарат векторного исчисления излагается под названием «теория поля» и изучается на старших курсах. Но для изучения физики практически сразу требуются сведения из векторного анализа, поэтому курс «ВТА» изучается студентами физического факультета в пятом семестре, когда должны быть сформированы необходимые математические понятия (частной производной, линейного, поверхностного и объемного интегралов).

Текущий контроль усвоения студентами курса осуществляется на практических занятиях, во внеурочное время на занятиях по контролю за самостоятельной работой студентов (КСР). В течение семестра студенты должны освоить учебный материал, предусмотренный настоящей программой, сдать коллоквиумы и успешно выполнить домашние и контрольные задания.

Знание курса «ВТА» лежит в основе изучения следующих дисциплин:

1. Общая физика «Электричество и магнетизм» (используется аппарат векторного анализа);
2. Теоретическая механика (используется векторный анализ в ПДСК и в ортогональных криволинейных координатах, а также основы тензорного анализа);
3. Электродинамика (используется аппарат векторного и тензорного исчисления).

При изучении дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- аудиторные занятия (лекционные и практические);
- внеаудиторные занятия (самостоятельная работа и индивидуальные консультации);
- контроль самостоятельной работы.

Используются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий:

- проблемная лекция;
- лекция- диалог;
- практические занятия в диалоговом режиме;
- работа в малых группах по темам практических занятий;
- написание студентами опорного конспекта и закрепление материала с его помощью.

7.2. Методические указания студентам по дисциплине

Профессиональная подготовка в современных вузах строится по принципу «от теории к практике», что создает базу для формирования умений и навыков на основе усвоения теоретического материала. Именно поэтому следует особое внимание уделять качеству усвоения теоретического материала.

Материал каждой лекции должен быть проработан: выделены определения, понятия, законы, теоремы и их доказательства. Должна быть усвоена логическая связь элементов изученного материала. Полезно делать опорный конспект каждой лекции.

При ведении записей на лекции полезно:

- начинать конспект каждой лекции с указания даты и названия темы лекции;
- использовать легкие для понимания и запоминания сокращения слов;
- оставлять на странице поля для последующей работы с конспектом.

При параллельной работе с учебной литературой необходимо конспектировать прорабатываемый материал с обязательным указанием источника информации (Автор, название учебника, номер страницы). Все непонятные моменты следует обязательно разобрать с преподавателем на занятии или в рамках КСР.

При подготовке к практическому занятию следует ответить на контрольные вопросы и решить домашние задачи. Затруднения с подготовкой к занятию говорит о недостаточно глубоком понимании теоретического материала.

Приступая к решению задач, следует прочитать соответствующий раздел лекции или учебного пособия, осмыслить основные понятия, выписать основные формулы (формулы- определения и формулы- законы) и постараться запомнить эти понятия и формулы.

Полезно оценить, где это целесообразно, тензорную размерность полученного результата. В ряде случаев такая оценка поможет обнаружить ошибку.

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 про-

граммным 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.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные и практические занятия проводятся в аудиториях, предоставляемых деканатом факультета в соответствии с расписанием. Наличие доски обязательно.

На отдельных занятиях используется мультимедийный проектор с экраном для демонстрации презентаций с итоговыми опорными конспектами.

ПК, используется программное обеспечение: Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN (Microsoft Open License, 48824880).

Предусмотрено использование интерактивной доски (работа по заданиям, выводимым на экран, с элементами соревнования с быстрой оценкой правильности решения преподавателем).

При организации самостоятельной работы используется система дистанционного обучения Moodle и фонд Научной Библиотеки АГУ.

10. Лист регистрации изменений

Номер изменения	Номера листов			Основание для внесения изменения	Подпись	Расшифровка подписи	Дата	Дата введения изменения
	заме-ненных	новых	аннулиро-ванных					