

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич
Должность: Директор
Дата подписания: 30.10.2023 12:04:29
Уникальный программный ключ:
b683afe664d7e9f64175886cf9626a196149ad36

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Факультет
Кафедра

Естественнонаучный
Общей и теоретической физики

Рабочая программа дисциплины (модуля)

дисциплина ***Б1.В.ДВ.03.01 Тензорный анализ в задачах нефтегазового дела***

часть, формируемая участниками образовательных отношений

Специальность

21.05.05 ***Физические процессы горного или нефтегазового производства***
код наименование специальности

Программа

специализация N 2 "Физические процессы нефтегазового производства"

Форма обучения

Заочная

Для поступивших на обучение в
2023 г.

Разработчик (составитель)

к.ф.-м.н., доцент

Зеленова М. А.

ученая степень, должность, ФИО

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	3
2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	3
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	4
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	4
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	4
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)	5
5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....	6
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	9
6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....	9
6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем	10
6.3. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства	10
7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	11

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-6. Способен разрабатывать современные, отвечающие нуждам промышленности методики оценки ресурсов и запасов	ПК-6.1. Разрабатывает современные методы оценки запасов и ресурсов.	Обучающийся должен знать: основные понятия и методы тензорного анализа, возможные сферы их приложений при решении задач нефтегазового дела
	ПК-6.2. Оценивает результаты интерпретации геофизических данных исследования скважин.	Обучающийся должен уметь: использовать в профессиональной деятельности базовые знания тензорного анализа, создавать математические модели типовых задач нефтегазового дела
	ПК-6.3. Разрабатывает современные методики оценки ресурсов и запасов углеводородов.	Обучающийся должен владеть: инструментарием тензорного анализа для решения задач нефтегазового дела

2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Цели изучения дисциплины:

дать студенту знание о принципах и методах тензорного описания анизотропных материальных свойств и законов сохранения, которые используются в нефтегазовых технологиях, в декартовых и в том числе в обобщенных системах координат. Научить студентов строить адекватную математическую модель, учитывающую анизотропные материальные свойства коллекторов нефти и газа, современных конструкционных материалов, базирующуюся на законах сохранения массы, импульса и энергии и учитывающую симметрию постановки задачи (цилиндрическую, сферическую и т. д.) и основные особенности процесса. Целью изучения дисциплины является образование необходимой начальной базы знаний для изучения последующих дисциплин общепрофессиональных и специальных циклов, которые формируют научную базу для будущей профессиональной деятельности выпускника, а также по видам деятельности: производственно технологическая, научно-исследовательская, проектная, эксплуатационная.

Дисциплина реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Механика, Молекулярная физика, Электричество и магнетизм, Колебания и волны, Оптика, Математические методы физики, Программирование, Программирование физических процессов, Математические модели физических процессов, Безопасность жизнедеятельности, Геология, Промысловая геофизика, Прикладные задачи математической физики, Технология добычи нефти и газа, Теоретические основы разработки нефтегазовых месторождений. Компетенции,

сформированные в рамках изучения дисциплины «Тензорный анализ в задачах нефтегазового дела» потребуются при выполнении ВКР.

Дисциплина изучается на 6 курсе в 11, 12 семестрах

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 108 акад. ч.

Объем дисциплины	Всего часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	8
практических (семинарских)	12
другие формы контактной работы (ФКР)	0,2
Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):	3,8
зачет	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	84

Формы контроля	Семестры
зачет	12

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				СР
		Контактная работа с преподавателем				
		Лек	Пр/Сем	Лаб		
1	Векторная алгебра	2	4	0	22	
1.1	Векторное пространство, его размерность и базис	0	0	0	4	
1.2	Вектор как направленный отрезок. Скалярное, векторное и смешанное произведения векторов	2	2	0	6	
1.3	Преобразования компонент векторов при повороте декартовой системы координат	0	2	0	6	
1.4	Преобразования компонент векторов при инверсии декартовой системы координат	0	0	0	6	

2	Тензорная алгебра	2	2	0	28
2.1	Определение тензора. Основы тензорной алгебры	0	0	0	4
2.2	Симметрия тензоров	0	0	0	6
2.3	Изотропные тензоры	2	0	0	6
2.4	Приведение симметричного тензора II-го ранга к диагональному виду	0	2	0	6
2.5	Инварианты тензоров второго ранга	0	0	0	6
3	Приложения теории тензоров	2	2	0	12
3.1	Ковариантность физических законов в тензорной форме	2	0	0	6
3.2	Тензор инерции	0	2	0	6
4	Тензорные поля	2	4	0	22
4.1	Дифференциальные операторы тензорного анализа. Векторные тождества	2	2	0	4
4.2	Интегральное представление дифференциальных операторов. Интегральные теоремы векторного анализа	0	0	0	6
4.3	Криволинейные системы координат	0	2	0	6
4.4	Дифференциальные операторы в криволинейных координатах	0	0	0	6
	Итого	8	12	0	84

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Курс лекционных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1	Векторная алгебра	
1.2	Вектор как направленный отрезок. Скалярное, векторное и смешанное произведения векторов	Скалярное, векторное, смешанное, двойное векторное произведения векторов
2	Тензорная алгебра	
2.3	Изотропные тензоры	Изотропный тензор Леви-Чивита, абсолютно антисимметричный тензор
3	Приложения теории тензоров	
3.1	Ковариантность физических законов в тензорной форме	Тензоры диэлектрической проницаемости, удельного сопротивления, проводимости, поляризуемости, магнитной восприимчивости, магнитной проницаемости, деформации, теплового расширения, напряжений, квадрупольного момента
4	Тензорные поля	
4.1	Дифференциальные операторы тензорного анализа. Векторные тождества	Тензорное поле, градиента скалярной функции, дивергенция и ротор векторного поля. Потенциальное, соленоидальное векторное поле. Оператор Лапласа. Теорема Гельмгольца.

Курс практических/семинарских занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1	Векторная алгебра	
1.2	Вектор как направленный отрезок. Скалярное, векторное и смешанное произведения векторов	Скалярное, векторное, смешанное, двойное векторное произведения векторов
1.3	Преобразования компонент векторов при повороте декартовой системы координат	Матрица поворота, ее свойства
2	Тензорная алгебра	
2.4	Приведение симметричного тензора II-го ранга к диагональному виду	Изотропный тензор Леви-Чивита, абсолютно антисимметричный тензор
3	Приложения теории тензоров	
3.2	Тензор инерции	Тензор инерции, момент инерции
4	Тензорные поля	
4.1	Дифференциальные операторы тензорного анализа. Векторные тождества	Тензорное поле, градиента скалярной функции, дивергенция и ротор векторного поля. Потенциальное, соленоидальное векторное поле. Операторо Лапласа. Теорема Гельмгольца.
4.3	Криволинейные системы координат	Криволинейные координаты, координатная поверхность, координатные линии. Коэффициенты Ламэ, метрический тензор, якобиан

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов является необходимым компонентом процесса обучения и может быть определена как творческая деятельность студентов, направленная на приобретение ими новых знаний и навыков.

Цель самостоятельной работы студентов – систематическое изучение дисциплины в течение семестра, закрепление и углубление полученных знаний и навыков, подготовка к предстоящим занятиям, а также формирование культуры умственного труда и самостоятельности в поиске и приобретении новых знаний и умений, и в том числе, формирование общепрофессиональных компетенций.

Виды самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов предназначена для углубления сформированных знаний, умений, навыков.

Самостоятельная работа развивает мышление, позволяет выявить причинно-следственные связи в изученном материале, решить теоретические и практические задачи. Самостоятельная работа студентов проводится с целью: систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов; углубления и расширения теоретических знаний; формирования умений использовать справочную документацию и специальную литературу; развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности; формированию самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации; развития исследовательских умений. Роль самостоятельной работы возрастает, т.к. перед учебным заведением стоит

задача в т.ч. и по формированию у студента потребности к самообразованию и самостоятельной познавательной деятельности

Студентами практикуется два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. В этом случае студенты обеспечиваются преподавателем необходимой учебной литературой, дидактическим материалом, в т.ч. методическими пособиями и методическими разработками.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы могут быть:

для овладения знаниями:

- чтение текста (учебника, методической литературы);
- составления плана текста;
- графическое изображение структуры текста, выполнение индивидуальных работ;
- конспектирование текста; выписки из текста;
- работа со словарями и справочниками;
- ознакомление с нормативными документами;
- учебно-исследовательская работа;
- использование компьютерной техники, интернета и др.;

для закрепления систематизации знаний:

работа с конспектом лекции (обработки текста);

– повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы);

– составление плана выполнения работы в соответствии с планом, предложенным преподавателем;

- ответы на контрольные вопросы;
- тестирование, выполнение упражнений и индивидуальных работ;

для формирования умений:

- решение задач и упражнений по образцу;
- решение вариативных задач и упражнений;
- выполнение чертежей, схем.

Основное содержание самостоятельной работы составляет выполнение домашних заданий, индивидуальных заданий, подготовку к практическим, лабораторным занятиям и к промежуточной аттестации.

Тематика заданий для самостоятельной работы студентов

1. Полилинейные функции (формы). Свойства полилинейных кососимметрических форм. Представления билинейных и трилинейных кососимметрических форм. Понятие тензора типа (p,q) .

2. Предел векторной функции скалярного переменного, доказательство формальных свойства. Производная векторной функции скалярного переменного, выражение в координатах.

4. Длина дуги кривой. Длина дуги как натуральный параметр. Производная векторной функции по натуральному параметру.

5. Дифференцируемость скалярного поля, градиент.

6. Производная скалярного поля по направлению. Связь производной по направлению и градиента.

7. Элементы дифференциальной геометрии кривой и поверхности: параметрические задания, регулярность. Понятия кривизны и кручения кривых. Основные идеи теории кривизны поверхности.

8. Поток векторного поля через поверхность. Теорема Гаусса-Остроградского. Выражение дивергенции через поток. Соленоидальные векторного поля и их признаки.

9. Ротор векторного поля. Теорема Стокса. Потенциальные векторные поля. Различные признаки потенциальности.

10. Некоторые полезные вычислительные формулы векторного анализа: дивергенция и ротор векторного произведения векторных полей, градиент скалярного произведения векторных полей.

11. Вычисления градиента, дивергенции и ротора в криволинейных координатах.

12. Векторные и тензорные поля на многообразии. Векторные расслоения. Элементы теории связности на многообразии.

13.

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение практических заданий, домашних заданий, индивидуальных заданий, самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовку к практическим занятиям и к промежуточной аттестации. По каждой теме учебной дисциплины студентам предлагается перечень заданий для самостоятельной работы, которые содержатся в таблице:

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание	трудоемкость (в часах)
1	Векторная алгебра		22
1.2	Векторное пространство, его размерность и базис	Линейное векторное пространство, линейная зависимость и независимость векторов, размерностью векторного пространства. Базис, координаты вектора в базисе. Скалярное произведение действительных векторов, ортогональные векторы. Длина (или модуль) вектора. Ортонормированная базисная система	4
1.2	Вектор как направленный отрезок. Скалярное, векторное и смешанное произведения векторов	Скалярное, векторное, смешанное, двойное векторное произведения векторов	6
1.3	Преобразования компонент векторов при повороте декартовой системы координат	Матрица поворота, ее свойства	6
1.4	Преобразования компонент векторов при инверсии декартовой системы координат	Полярный вектор, полярные скаляры первого рода (истинные скаляры) и скаляры второго рода (псевдоскаляры).	6
2	Тензорная алгебра		28
2.1	Определение тензора. Основы тензорной алгебры	Тензор ранга R Сложение, умножение, свёртка тензоров. След тензора. Теорема деления	4
2.2	Симметрия тензоров	Симметричный и антисимметричный тензоры. Инвариантность свойств симметрии и антисимметрии тензора. Теорема о представлении тензора второго ранга в виде суммы симметричного и антисимметричного тензоров.	6
2.3	Изотропные тензоры	Изотропный тензор Леви-Чивита, абсолютно антисимметричный тензор	6
2.4	Приведение симметричного тензора II-го ранга к диагонально-	Собственный вектор и собственное значение тензора, характеристическое уравнение. Собственная система координат тензора, тензорная поверхность	6

	му виду		
2.5	Инварианты тензоров второго ранга	Инварианты тензоров второго ранга	6
3	Приложения теории тензоров		12
3.1	Ковариантность физических законов в тензорной форме	Тензоры диэлектрической проницаемости, удельного сопротивления, проводимости, поляризуемости, магнитной восприимчивости, магнитной проницаемости, деформации, теплового расширения, напряжений, квадрупольного момента	6
3.2	Тензор инерции	Тензор инерции, момент инерции	6
4	Тензорные поля		22
4.1	Дифференциальные операторы тензорного анализа. Векторные тождества	Тензорное поле, градиента скалярной функции, дивергенция и ротор векторного поля. Потенциальное, соленоидальное векторное поле. Операторо Лапласа. Теорема Гельмгольца.	4
4.2	Интегральное представление дифференциальных операторов. Интегральные теоремы векторного анализа	Линейный интеграл векторного поля, циркуляция вектора по замкнутому контуру, консервативные и неконсервативные силы. Поток векторного поля, теорема Остроградского-Гаусса	6
4.4	Криволинейные системы координат	Криволинейные координаты, координатная поверхность, координатные линии. Коэффициенты Ламэ, метрический тензор, якобиан	6
4.3	Дифференциальные операторы в криволинейных координатах		6
ИТОГО			84

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная учебная литература:

- Игнаточкина, Л.А. Руководство к решению задач по тензорной алгебре векторных пространств : учебное пособие / Л.А. Игнаточкина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский педагогический государственный университет». - М. : МПГУ, 2014. - 64 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4263-0159-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=274983 (07.06.2023)
- Индивидуальные задания по высшей математике. Учебное пособие в 4 частях Кратные и криволинейные интегралы. Элементы теории поля / А.П. Рябушко, В.В. Бархатов, В.В. Державец, И.Е. Юреть ; под ред. А.П. Рябушко. - 6-е изд. - Минск : Вышэйшая школа, 2013. - Ч. 3. Ряды.. - 368 с. - ISBN 978-985-06-2222-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235663 (07.06.2023)

Дополнительная учебная литература:

- Сафин, С.Г. Введение в нефтегазовое дело : учебное пособие / С.Г. Сафин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова. - 2-е изд., пересмотр. и доп. - Архангельск : САФУ, 2015. - 159 с. : схем., табл., ил. -

Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-261-01053-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436198](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436198) (07.06.2023)

2. Шадрина, А.В. Основы нефтегазового дела / А.В. Шадрина, В.Г. Крец. - 2-е изд., доп. - М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 214 с. : ил. - Библиогр. в кн.. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429185](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429185) (07.06.2023)

6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№ п/п	Наименование документа с указанием реквизитов
1	Договор на доступ к ЭБС ZNANIUM.COM между БашГУ в лице директора СФ БашГУ и ООО «Знаниум» № 3/22-эбс от 05.07.2022
2	Договор на доступ к ЭБС «ЭБС ЮРАЙТ» (полная коллекция) между БашГУ в лице директора СФ БашГУ и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» № 1/22-эбс от 04.03.2022
3	Договор на доступ к ЭБС «Университетская библиотека онлайн» между БашГУ и «Нексмедиа» № 223-950 от 05.09.2022
4	Договор на доступ к ЭБС «Лань» между БашГУ и издательством «Лань» № 223-948 от 05.09.2022
5	Договор на доступ к ЭБС «Лань» между БашГУ и издательством «Лань» № 223-949 от 05.09.2022
6	Соглашение о сотрудничестве между БашГУ и издательством «Лань» № 5 от 05.09.2022
7	ЭБС «ЭБ БашГУ», бессрочный договор между БашГУ и ООО «Открытые библиотечные системы» № 095 от 01.09.2014 г.
8	Договор на БД диссертаций между БашГУ и РГБ № 223-796 от 27.07.2022
9	Договор о подключении к НЭБ и о предоставлении доступа к объектам НЭБ между БашГУ в лице директора СФ БашГУ с ФГБУ «РГБ» № 101/НЭБ/1438-П от 11.06.2019
10	Договор на доступ к ЭБС «ЭБС ЮРАЙТ» (полная коллекция) между УУНиТ в лице директора СФ УУНиТ и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» № 1/23-эбс от 03.03.2023

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»)

№ п/п	Адрес (URL)	Описание страницы
1	http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Sharipov2004ru.pdf	Электронное пособие по тензорному анализу
2	http://window.edu.ru/resource/324/79324/files/VTA4phys.pdf	Электронное учебное пособие по основам векторного и тензорного анализа

6.3. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование программного обеспечения
Office Standart 2007 Russian OpenLicensePack NoLevel Acdmc

7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Тип учебной аудитории	Оснащенность учебной аудитории
Читальный зал: помещение для самостоятельной работы	Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, компьютеры с доступом к сети «Интернет» и ЭИОС Филиала
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная мебель, доска поворотная магнитно-маркерная, компьютеры, учебно-наглядные пособия
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций	Учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор, экран настенный, учебно-наглядные пособия