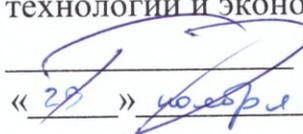




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института цифровых  
технологий и экономики

 Э.И. Беляев  
« 29 » ноября 2023 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.16 Векторный анализ

Направление  
подготовки

09.03.03 Прикладная информатика

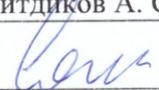
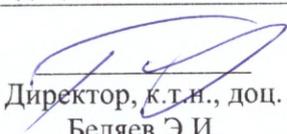
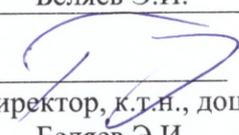
Квалификация

Бакалавр

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
УрФУ ДИТиА	Доцент, к.ф.-м.н.	Белоусова В.И.
УрФУ ДИТиА	Доцент, к.ф.-м.н.	Ермакова Г.М.
КГЭУ ВМ	Проф., д.ф.-м.н.	Григорян С.А.
КГЭУ ВМ	Доцент, к.ф.-м.н.	Григорян Т.А.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ВМ	23.11.23	№15	 Зав.каф., д.ф.-м.н., доц. Ситдииков А. С.
Согласована	ИТИС	27.11.23	№11	 И.о. зав.каф., к.ф.-м.н., доц. Соловьев С.А.
Согласована	Учебно-методический совет ИЦТЭ	27.11.23	№3	 Директор, к.т.н., доц. Беляев Э.И.
Одобрена	Ученый совет ИЦТЭ	28.11.23	№3	 Директор, к.т.н., доц. Беляев Э.И.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины Векторный анализ является изложение основных идей теории комплексных чисел, теории интегрального исчисления функций нескольких переменных, теории поля, а также изложение методов, которые широко применяются как в фундаментальных исследованиях, так и при решении различных прикладных задач.

Задачами дисциплины являются:

- сформировать у обучающихся представление об идеях и методах векторного анализа;
- сформировать навыки по выбору метода решения конкретной математической задачи;
- сформировать навыки решения прикладных задач методами векторного анализа.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ОПК-1 – Способен применять естественнонаучные и общетеchnические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.3 – Обладает навыками применения математического аппарата
	ОПК-1.6 – Способен применять методы анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины:

- Линейная алгебра и аналитическая геометрия;
- Математический анализ;
- Математические модели и методы

Последующие дисциплины: ГИА

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			5
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	3	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	56	56
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,4	50	50
Лекции	0,5	18	18
Практические (семинарские) занятия	0,9	32	32
Лабораторные работы	-	-	-

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	1,6	58	58
Проработка учебного материала	1,6	58	58
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации			
Промежуточная аттестация:			3
			-

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Алгебраические структуры	20	4		6	10	ТК1	ОПК-1.3 ЗУ, ОПК-1.6 ЗУ
Раздел 2. Криволинейные и поверхностные интегралы	40	6		12	22	ТК2	ОПК-1.3 ЗУВ, ОПК-1.6 ЗУВ
Раздел 3. Теория поля	48	8		14	26	ТК3	ОПК-1.3 ЗУВ, ОПК-1.6 ЗУВ
Зачет	0				0	<b>ОМ</b>	<b>ОПК-1.3 ЗУВ, ОПК-1.6 ЗУВ</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>18</b>		<b>32</b>	<b>58</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Алгебраические структуры

Тема 1.1. Алгебраические структуры

Понятие алгебраической структуры, понятие группы, полугруппы, кольца и поля. Факторизация. Модули и алгебры. Алгебры над полем.

Тема 1.2. Поле комплексных чисел

Комплексное число, действия над комплексными числами. Три формы записи комплексного числа. Задание линий и областей с помощью комплекснозначной переменной.

Раздел 2. Криволинейные и поверхностные интегралы

Тема 2.1. Криволинейные интегралы

Криволинейные интегралы I и II рода, их свойства и приложения.

Тема 2.2. Поверхностные интегралы

Поверхностные интегралы I и II рода, их свойства и приложения.

Раздел 3. Теория поля

Тема 3.1 Скалярное поле

Понятие скалярного поля, примеры скалярных полей. Градиент.

Производная по направлению. Линии, поверхности уровня.

### Тема 3.2 Векторное поле

Понятие векторного поля. Примеры векторных полей. Векторные линии. Поток векторного поля. Формула Остроградского-Гаусса. Дивергенция, циркуляция. Формула Стокса. Ротор. Оператор Гамильтона. Потенциальные, соленоидальные поля.

### 3.4. Тематический план практических занятий

1. Группы, кольца, поля. Факторизация.
2. Комплексные числа. Действия над комплексными числами. Три формы записи комплексного числа.
3. Задание кривых и областей с помощью комплексной переменной.
4. Криволинейные интегралы первого рода.
5. Криволинейные интегралы второго рода.
6. Формула Грина. Независимость от пути интегрирования.
7. Поверхностные интегралы первого рода.
8. Поверхностные интегралы второго рода.
9. Скалярное поле. Производная по направлению, градиент. Линии, поверхности уровня.
10. Векторные линии. Векторные поля.
11. Вычисление потока векторного поля. Дивергенция.
12. Формула Остроградского-Гаусса. Вычисление потока.
13. Циркуляция векторного поля.
14. Ротор. Формула Стокса.
15. Потенциальное, соленоидальное поля.
16. Операторы Гамильтона и Лапласа.

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

### 3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

## 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно

						тельно
		зачтено				не зачтено
ОПК-1	ОПК-1.3	знать:				
		основные понятия и утверждения теории комплексных чисел, теории поля, теории криволинейных и поверхностных интегралов	Знает основные понятия и утверждения. Не допускает ошибок	Знает основные понятия и утверждения. Может допустить несколько негрубых ошибок	Плохо знает основные понятия и утверждения, допускает много мелких ошибок	Уровень знаний ниже минимального, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		работать с комплексными числами, понимать их структуру и геометрическую интерпретацию, решать типовые задачи по криволинейным и поверхностным интегралам, типовые задачи теории поля	Умеет решать математические задачи, не допускает ошибок	Умеет решать основные математические задачи, допускает небольшие ошибки	Умеет решать типовые математические задачи, допускает много мелких ошибок	При решении типовых задач допускает грубые ошибки
		владеть:				
	навыками вычисления криволинейных и поверхностных интегралов, применения основных формул теории поля	Владеет в полном объеме, не допускает ошибок	Владеет навыками в достаточном объеме, допускает мелкие ошибки	Владеет слабо, допускает много ошибок	Не владеет навыками, допускает грубые ошибки	
	ОПК-1.6	знать:				
		основные понятия и утверждения теории комплексных чисел, теории поля, теории криволинейных и поверхностных интегралов	Знает основные понятия и утверждения. Не допускает ошибок	Знает основные понятия и утверждения. Может допустить несколько негрубых ошибок	Плохо знает основные понятия и утверждения, допускает много мелких ошибок	Уровень знаний ниже минимального, допускает грубые ошибки
		уметь:				
			работать с комплексными	Умеет решать	Умеет решать	Умеет решать

		числами, понимать их структуру и геометрическую интерпретацию, решать типовые задачи по криволинейным и поверхностным интегралам, типовые задачи теории поля	математические задачи, не допускает ошибок	основные математические задачи, допускает небольшие ошибки	типичные математические задачи, допускает много мелких ошибок	типичных задач допускает грубые ошибки
		владеть:				
		навыками вычисления криволинейных и поверхностных интегралов, навыками применения основных теорем и формул теории поля к решению прикладных задач	Владеет в полном объеме, не допускает ошибок	Владеет навыками в достаточном объеме, допускает мелкие ошибки	Владеет слабо, допускает много ошибок	Не владеет навыками, допускает грубые ошибки

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедреразработчика.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Учебно-методическое обеспечение

#### 5.1.1. Основная литература

1. Гарбарук, В. В. Решение задач по высшей математике. Интенсивный курс для студентов технических вузов: учебное пособие для вузов / В. В. Гарбарук, В. И. Родин, М. А. Шварц. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 444 с. — ISBN 978-5-8114-9231-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/189331>

2. Миносцев, В. Б. Курс математики для технических высших учебных заведений: учебное пособие / В. Б. Миносцев, В. А. Ляховский, А. И. Мартыненко. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2022 — Часть 2: Функции нескольких переменных. Интегральное исчисление. Теория поля — 2022. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-1559-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211355>

3. Мышкис, А. Д. Лекции по высшей математике: учебное пособие / А.

Д. Мышкис. — 6-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 688 с. — ISBN 978-5-8114-0572-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210314>

4. Фаддеев, Д. К. Лекции по алгебре: учебное пособие для вузов / Д. К. Фаддеев. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 416 с. — ISBN 978-5-507-44604-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/238499>

5. Практические занятия по алгебре. Комплексные числа, многочлены: учебное пособие / Ю. В. Волков, Н. Н. Ермолаева, В. А. Козынченко, Г. И. Курбатова. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1743-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211694>

### 5.1.2. Дополнительная литература

1. Берман, Г. Н. Сборник задач по курсу математического анализа / Г. Н. Берман. — 11-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 492 с. — ISBN 978-5-507-46033-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/295943>

2. Кузнецов, Л. А. Сборник заданий по высшей математике. Типовые расчеты / Л. А. Кузнецов. — 15-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 240 с. — ISBN 978-5-507-45701-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/279845>

3. Фихтенгольц, Г. М. Основы математического анализа. Часть 1 / Г. М. Фихтенгольц. — 15-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 444 с. — ISBN 978-5-507-45877-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/289001>

4. Фихтенгольц, Г. М. Основы математического анализа. Часть 2 / Г. М. Фихтенгольц. — 14-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 464 с. — ISBN 978-5-507-46113-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/297692>

## 5.2. Информационное обеспечение

БИБЛИОТЕКА  
КГЭУ

### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Портал «Открытое образование», <http://npoad.ru>;
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам, <http://window.edu.ru/>.

### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Общероссийский математический портал, <http://www.mathnet.ru/>;
2. Российская национальная библиотека, <http://nlr.ru/>;
3. Российская государственная библиотека, <http://www.rsl.ru/>;
3. Национальная электронная библиотека, <https://rusneb.ru/>;
4. Научная электронная библиотека, <http://www.elibrary.ru/>;

### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (сертифицированная ФСТЭК)	Пользовательская операционная система	"ЗАО ""ТаксНет-Сервис"" №ПО-ЛИЦ 0000/2014 от 27.05.2014 Неискл. право. Бессрочно
2	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
3	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн- взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
4	Office Professional Plus 2007 Windows32 Russian DiskKit MVL CD	Пакет программных продуктов, содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №225/10 от 28.01.2010 Неискл. право. Бессрочно
5	Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+	Пакет программных продуктов, содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №21/2010 от 04.05.2010 Неискл. право. Бессрочно

### 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров,

	600а	технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

## **7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://www//kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному

направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской

идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

#### *Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

#### *Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

#### *Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

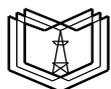
- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№ П/П	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



**КГУ**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

**Б1.О.16 Векторный анализ**

---

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

г. Казань, 2023

Оценочные материалы по дисциплине, предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

### 1. Технологическая карта

Семестр   5  

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 1. «Алгебраические структуры»</b>	<b>ТК1</b>	<b>10</b>						<b>10</b>	
Тест		10							
<b>Раздел 2. «Криволинейные и поверхностные интегралы»</b>	<b>ТК2</b>			<b>20</b>				<b>20</b>	
Контрольная работа				20					
<b>Раздел 3. «Теория поля»</b>	<b>ТК3</b>					<b>25</b>		<b>25</b>	
Контрольная работа						25			
<b>Промежуточная аттестация (зачет)</b>	<b>ОМ</b>								<b>0-45</b>
Опрос в устной форме									0-45

### 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ОПК-1	ОПК-1.3	знать: основные понятия и утверждения теории комплексных	Знает основные понятия и утверждения.	Знает основные понятия и утверждения.	Плохо знает основные понятия и утверждения.	Уровень знаний ниже минимального,

	чисел, теории поля, теории криволинейных и поверхностных интегралов	Не допускает ошибок	Может допустить несколько негрубых ошибок	ния, допускает много мелких ошибок	допускает грубые ошибки
	уметь:				
	работать с комплексными числами, понимать их структуру и геометрическую интерпретацию, решать типовые задачи по криволинейным и поверхностным интегралам, типовые задачи теории поля	Умеет решать математические задачи, не допускает ошибок	Умеет решать основные математические задачи, допускает небольшие ошибки	Умеет решать типовые математические задачи, допускает много мелких ошибок	При решении типовых задач допускает грубые ошибки
	владеть:				
	навыками вычисления криволинейных и поверхностных интегралов, применения основных формул теории поля	Владеет в полном объеме, не допускает ошибок	Владеет навыками в достаточном объеме, допускает мелкие ошибки	Владеет слабо, допускает много ошибок	Не владеет навыками, допускает грубые ошибки
ОПК-1.6	знать:				
	основные понятия и утверждения теории комплексных чисел, теории поля, теории криволинейных и поверхностных интегралов	Знает основные понятия и утверждения. Не допускает ошибок	Знает основные понятия и утверждения. Может допустить несколько негрубых ошибок	Плохо знает основные понятия и утверждения, допускает много мелких ошибок	Уровень знаний ниже минимального, допускает грубые ошибки
	уметь:				
	работать с комплексными числами, понимать их структуру и геометрическую интерпретацию, решать типовые задачи по криволинейным и поверхностным	Умеет решать математические задачи, не допускает ошибок	Умеет решать основные математические задачи, допускает небольшие ошибки	Умеет решать типовые математические задачи, допускает много мелких ошибок	При решении типовых задач допускает грубые ошибки

	интегралам, типовые задачи теории поля				
	владеть:				
	навыками вычисления криволинейных и поверхностных интегралов, навыками применения основных теорем и формул теории поля к решению прикладных задач	Владеет в полном объеме, не допускает ошибок	Владеет навыками в достаточн ом объеме, допускает мелкие ошибки	Владеет слабо, допускает много ошибок	Не владеет навыкам и, допускае т грубые ошибки

Оценка «зачтено» выставляется за успешное выполнение всех контрольных работ и теста, за содержательные ответы на теоретические вопросы.

Оценка «не зачтено» выставляется за неполное выполнение контрольных работ и теста, незнание ответов на теоретические вопросы.

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Контрольная работа (КнТР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий

### 4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

#### Для текущего контроля ТК1:

Проверяемая компетенция: ОПК-1.3, ОПК-1.6

Тест

1. Найдите модуль комплексного числа  $z = 4 + 3i$ . Введите ответ:

2. Вычислите  $z = \frac{1+2i}{3-i}$ . В ответе введите:  $Re(z) = \dots, Im(z) = \dots$

3. Вычислите произведение  $z = (3 + 2i)(5 - i)$ .

$$17 + 7i; \quad 13 + 13i; \quad 13 + 7i; \quad 15 + 5i$$

4. Отметьте все квадратные корни из комплексного числа  $z = \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}i$ .

$$\sqrt{z} = \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}i; \sqrt{z} = \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}i; \sqrt{z} = -\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}i; \sqrt{z} = -\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i; \sqrt{z} = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i.$$

5. Вычислите  $z^6$ , если  $z = 2 - 2i$ .

$$512i; \quad -512i; \quad 512; \quad -512.$$

6. Найдите модуль и аргумент комплексного числа  $z = 2 + 2\sqrt{3}i$ .

$$|z| = \dots, \arg(z) = \dots \quad (-\pi < \arg(z) \leq \pi)$$

7. Запишите комплексное число  $z = 2 + 2\sqrt{3}i$  в показательной форме.

$$4e^{\frac{\pi}{3}i}; \quad e^{\frac{\pi}{3}i}; \quad e^{\frac{\pi}{6}i}; \quad 16e^{\frac{\pi}{6}i}; \quad 16e^{\frac{\pi}{3}i}.$$

8. Вычислите произведение комплексных чисел  $z_1 = \sqrt{3} \left( \cos \frac{\pi}{3} + i \sin \frac{\pi}{3} \right)$  и  $z_2 = \sqrt{6} \left( \cos \frac{\pi}{6} + i \sin \frac{\pi}{6} \right)$ .

$$3\sqrt{2}i; \quad 3\sqrt{2}; \quad 3\sqrt{2} \left( \cos \frac{\pi}{18} + i \sin \frac{\pi}{18} \right); \quad 3\sqrt{2} \left( \cos \frac{\pi}{6} + i \sin \frac{\pi}{6} \right).$$

9. Какая линия задана уравнением  $Re \left( \frac{4}{z} \right) = 1$ ?

$$(x - 2)^2 + y^2 = 4; \quad x = 4; \quad x^2 + (y + 2)^2 = 4; \quad y = 4.$$

10. Укажите область, заданную системой:

$$\begin{cases} 1 < |z| \leq 2; \\ -\frac{\pi}{3} \leq \arg(z) \leq \frac{\pi}{6}. \end{cases}$$

**Для текущего контроля ТК2:**

Проверяемая компетенция: ОПК-1.3, ОПК-1.6.

Контрольная работа.

Вариант 1.

1. Вычислите криволинейный интеграл  $\int_L (4\sqrt[3]{x} - 3y) dl$ ,  $A(-1,0), B(0,1)$ , где

$L$  – отрезок прямой, заключенный между точками  $A$  и  $B$ .

2. Вычислите  $\int_L xdx + (1 - y)dy$ , где  $L$  – часть кривой, заданной уравнением  $y = x$ , между точками  $A(1,1)$  и  $B(2,2)$ .
3. Вычислите  $\int_L xdx + \sqrt{9 - y^2}dy$ , где  $L$  – часть кривой, заданной параметрическими уравнениями  $x = 3\cos t$ ,  $y = 3\sin t$   $\left(0 \leq t \leq \frac{\pi}{2}\right)$ .
4. Вычислите по формуле Грина криволинейный интеграл  $\oint_L 3y^2dx + 2xydy$ , где  $L$  – контур треугольника с вершинами  $A(0; 0)$ ,  $B(1; 0)$ ,  $C(0; 1)$ , пробегаемый против хода часовой стрелки.
5. Вычислите поверхностный интеграл второго рода:  $\iint_S x^2y^2z dx dy$ , где  $S$  – положительная сторона нижней половины сферы:  $x^2 + y^2 + z^2 = 9$ .

#### Вариант 2.

1. Вычислите криволинейный интеграл  $\int_L \sqrt{x^2 + y^2} dl$ , где  $L$  – кривая, заданная в полярных координатах ( $x = r \cos \varphi$ ,  $y = r \sin \varphi$ ) уравнением  $r = 1 - \cos \varphi$ ,  $\left(0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}\right)$ .
2. Вычислите  $\int_L (x + 1)dx + ydy$ , где  $L$  – часть кривой, заданной уравнением  $y = x^2$  между точками  $A(0,0)$  и  $B(2,4)$ .
3. Вычислите  $\int_L \sqrt{4 - x^2} dx + ydy$ , где  $L$  – часть кривой, заданной параметрическими уравнениями  $x = 2\cos t$ ,  $y = \sin t$   $(0 \leq t \leq \pi)$ .
4. Вычислите по формуле Грина криволинейный интеграл  $\oint_L xydx + (x^2 - y)dy$ , где  $L$  – контур треугольника с вершинами  $A(0; 0)$ ,  $B(2; 0)$ ,  $C(0; 2)$ , пробегаемый против хода часовой стрелки.

5. Вычислите поверхностный интеграл второго рода:  $\iint_S xz dx dy + xy dy dz + yz dx dz$ , где  $S$  – внешняя сторона пирамиды, составленной плоскостями:  $x = 0, y = 0, z = 0, x + y + z = 1$ .

**Для текущего контроля ТКЗ:**

Проверяемая компетенция: ОПК-1.3, ОПК-1.6.

Контрольная работа.

Вариант 1.

1. Найдите производную скалярного поля  $u = x + \ln(y^2 + z^2)$  в точке  $M(2; 1; 1)$ , в направлении градиента.
2. Найдите угол между градиентами скалярных полей  $u = x^2 - y^2 - 3z^2, v = \frac{yz^2}{x}$  в точке  $M\left(\frac{\sqrt{2}}{2}; \frac{\sqrt{2}}{2}; \frac{\sqrt{3}}{3}\right)$ .
3. Найдите векторные линии в векторном поле  $a = 4y\vec{i} - 9xz\vec{j}$ .
4. Найдите поток векторного поля  $a = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$  через часть плоскости  $P: x + y + z = 1$ , расположенную в первом октанте (нормаль образует острый угол с осью  $Oz$ ).
5. Найдите поток векторного поля  $a = x\vec{i} - (x + 2y)\vec{j} + y\vec{k}$  через замкнутую поверхность  $S: x^2 + y^2 = 1, z = 0, x + 2y + 3z = 6$  (нормаль внешняя).
6. Найдите работу силы  $F = (x^2 - 2y)\vec{i} + (y^2 - 2x)\vec{j}$  при перемещении вдоль линии  $L$  от точки  $M(-4; 0)$  к точке  $N(0; 2)$ , если  $L$  – отрезок  $MN$ .
7. Найдите циркуляцию векторного поля  $a = (y - z)\vec{i} + (z - x)\vec{j} + (x - y)\vec{k}$  вдоль контура  $\Gamma: x = \cos t, y = \sin t, z = 2(1 - \cos t)$ , в направлении, соответствующем возрастанию параметра  $t$ .
8. Найдите дивергенцию и ротор векторного поля  $a = (3x - y)\vec{i} + (6z + 5x)\vec{k}$ .

Вариант 2.

1. Найдите производную скалярного поля  $u = x^3 + \sqrt{y^2 + z^2}$  в точке  $M(1; -3; 4)$ , в направлении градиента.
2. Найдите угол между градиентами скалярных полей  $u = x^2 + 9y^2 + 6z^2, v = \frac{1}{xyz}$  в точке  $M\left(1; \frac{1}{3}; \frac{\sqrt{6}}{6}\right)$ .
3. Найдите векторные линии в векторном поле  $a = 3x\vec{i} + 6z\vec{k}$ .
4. Найдите поток векторного поля  $a = x\vec{i} + 3y\vec{j} + 2z\vec{k}$  через часть плоскости  $P: x + y + z = 1$ , расположенную в первом октанте (нормаль образует острый угол с осью  $Oz$ ).
5. Найдите поток векторного поля  $a = z\vec{i} - 4y\vec{j} + 2x\vec{k}$  через замкнутую поверхность  $S: z = x^2 + y^2, z = 1$  (нормаль внешняя).
6. Найдите работу силы  $F = (x + y)\vec{i} + (x - y)\vec{j}$  при перемещении вдоль линии  $L$  от точки  $M(1; 0)$  к точке  $N(0; 3)$ , если  $L$  – часть эллипса  $x^2 + \frac{y^2}{9} =$

1,  $x \geq 0, y \geq 0$ .

7. Найдите циркуляцию векторного поля  $a = -z\vec{i} - x\vec{j} + xz\vec{k}$  вдоль контура  $\Gamma: x = 5 \cos t, y = 5 \sin t, z = 4$ , в направлении, соответствующем возрастанию параметра  $t$ .

8. Найдите дивергенцию и ротор векторного поля  $a = (x - y)\vec{i} + x\vec{j} + z^2\vec{k}$ .

### Для промежуточной аттестации:

1. Дайте определение группы, поля, кольца.
2. Дайте определение фактор-группы. Группа вычетов по модулю.
3. Дайте определение комплексного числа.
4. Как найти модуль и аргумент комплексного числа?
5. Перечислите три формы записи комплексного числа. Как осуществляется переход от одной формы к другой?
6. Действия над комплексными числами. Извлечение корня и возведение в степень комплексного числа.
7. Дайте определение скалярного поля.
8. Дайте определение производной по направлению, градиента, перечислите его свойства.
9. Дайте определение векторного поля. Что такое поток векторного поля.
10. Выпишите формулу Остроградского.
11. Дайте определение дивергенции векторного поля, ее физический смысл, свойства.
12. Циркуляция векторного поля.
13. Выпишите формулу Стокса.
14. Ротор векторного поля, его свойства.
15. Дайте определение криволинейного интеграла первого рода по длине дуги.
16. Как вычисляется криволинейный интеграл первого рода?
17. Сформулируйте физический и геометрический смысл криволинейного интеграла первого рода.

18. Дайте определение криволинейного интеграла второго рода (по координатам).
19. Как вычисляется криволинейный интеграл второго рода?
20. Сформулируйте условие независимости криволинейного интеграла второго рода от пути интегрирования.
21. Сформулируйте условие равенства нулю криволинейного интеграла  $\int_L P(x, y)dx + Q(x, y)dy$  по замкнутому контуру.
22. Выпишите формулу Грина и укажите ее применение.
23. Дайте определение соленоидального поля.
24. Потенциальное поле. Назовите условия потенциальности.
25. Дайте определение поверхностного интеграла первого рода.
26. Как вычисляется поверхностный интеграл первого рода?
27. Дайте определение поверхностного интеграла второго рода.
28. Как вычисляется поверхностный интеграл второго рода?