

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Министерство образования и науки Кыргызской Республики**

Межгосударственная образовательная организация высшего образования  
Кыргызско-Российский Славянский университет имени первого Президента Российской  
Федерации Б.Н. Ельцина

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине (модулю)**

**МОДУЛЬ «МАТЕМАТИКА». ТЕОРИЯ ПОЛЯ**

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

**Направление подготовки:** 44.03.01 (РФ) / 550200 (КР) Педагогическое образование

**Профиль:** «Физика» (в билингвальной образовательной среде)

**Квалификация:** Бакалавр

**Форма обучения:** Очная

**Кафедра:** Педагогического образования

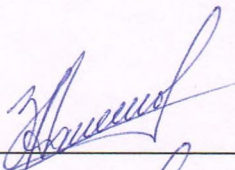
Бишкек 2025

Фонд оценочных средств предназначен для контроля знаний обучающихся по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование по дисциплине (модулю)

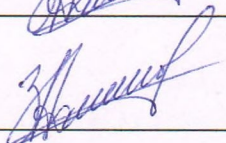
**МОДУЛЬ «МАТЕМАТИКА». ТЕОРИЯ ПОЛЯ**

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании кафедры  
**Педагогического образования**  
протокол № 2 от «18» сентября 2025 г.

**Заведующий кафедрой:**

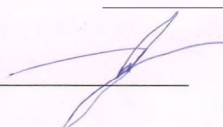
  
Ахметова З.А.

**Руководитель образовательной программы:**

  
Ахметова З.А.

**Разработчик:**

доктор физ.-мат. наук, профессор Лелевкин  
В.М.



**Рецензент:**

канд. физ.-мат. наук, доцент Айтимбетова  
А.Н.



# 1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (этапы формирования компетенций)	Виды оценочных средств / шифр раздела
<p><b>ПК-1:</b> Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения в предметной области при решении профессиональных задач</p>	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Основные понятия скалярных и векторных полей (градиент, дивергенция, ротор, поток, циркуляция)</li> <li>– Интегральные теоремы (Остроградского–Гаусса, Стокса, Грина) и их физический смысл</li> <li>– Классификацию полей (потенциальные, соленоидальные, гармонические) и уравнения, их описывающие</li> </ul>	<p>Блок А, D — задания репродуктивного уровня:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Тестовые задания с выбором ответа (А.0)</li> <li>– Вопросы для устного опроса (А.1)</li> <li>– Вопросы для рубежного контроля (А.2)</li> </ul>
	<p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Вычислять дифференциальные характеристики полей в декартовых и криволинейных координатах</li> <li>– Применять интегральные теоремы для решения физических задач</li> <li>– Восстанавливать аналитическое выражение поля по его характеристикам</li> </ul>	<p>Блок В, D — задания реконструктивного уровня:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Типовые задачи на вычисление grad, div, rot (В.1)</li> <li>– Расчётно-графическая работа (В.2)</li> </ul>
	<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Навыками оперирования оператором Гамильтона и символикой векторного анализа</li> <li>– Методами математического моделирования полевых структур</li> <li>– Способами перехода между различными системами координат</li> </ul>	<p>Блок С, D — задания практико-ориентированного уровня:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Комплексная РГР «Полное исследование векторного поля» (С.1)</li> <li>– Защита творческого задания — разработка фрагмента урока (С.2)</li> </ul>
<p><b>ПК-2:</b> Способен осуществлять целенаправленную</p>	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Роль концепции поля в формировании современной естественнонаучной картины мира</li> </ul>	<p>Блок А, D — задания репродуктивного уровня:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Открытые вопросы на историко-научное содержание (А.2)</li> </ul>

воспитательную деятельность	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Исторические этапы развития теории поля (Фарадей, Максвелл)</li> <li>– Мировоззренческое значение материальности физического поля</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Реферат «Роль теоремы Остроградского–Гаусса в электродинамике» (А.3)</li> </ul>
	<p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Демонстрировать объективный характер физических законов на примере полевых структур</li> <li>– Использовать примеры из теории поля для воспитания научной строгости</li> <li>– Объяснять философский смысл уравнений поля</li> </ul>	<p>Блок В, D — задания реконструктивного уровня:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ уравнений Максвелла (кейс-стади) (В.3)</li> <li>– Дискуссия о природе физического поля (В.4)</li> </ul>
	<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Технологиями организации дискуссий о природе материи</li> <li>– Приёмами адаптации аппарата теории поля для формирования научного мировоззрения школьников</li> <li>– Методикой использования историко-научного материала в воспитательных целях</li> </ul>	<p>Блок С, D — задания практико-ориентированного уровня:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Защита творческого задания (С.2)</li> <li>– Проблемная дискуссия на итоговом занятии (С.3)</li> </ul>

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Технологическая карта дисциплины (ТКД) определяет порядок изучения дисциплины, совокупность видов учебной нагрузки, график проведения контрольных точек, формы контроля знаний и диапазоны оценки по контрольным точкам.

**Дисциплина: МОДУЛЬ «МАТЕМАТИКА». ТЕОРИЯ ПОЛЯ**

Курс/семестр: 3/6

Количество кредитов (ЗЕ): 3

Отчётность: зачёт с оценкой

Название модуля дисциплины	Контроль и форма контроля	Описание заданий	Зачётный минимум (баллы)	Зачётный максимум (баллы)
Модуль 1. Скалярные и векторные поля. Дифференциальные характеристики	<b>Текущий контроль:</b> – Устный опрос (фронтальный) – Решение типовых задач на практических занятиях – Посещаемость и активность (за пропуск без отработки: –0,5 балла; за активность: +0,5 балла)	Вычисление $\text{grad}$ , $\text{div}$ , $\text{rot}$ ; построение линий уровня; работа с оператором $\text{набла}$	8	15
	<b>Рубежный контроль:</b> – Тестирование (Блок А, 20 вопросов) – Контрольная работа по вычислению дифференциальных операций	Тест: выбор одного правильного ответа; контрольная работа: 4 задания на $\text{grad}$ , $\text{div}$ , $\text{rot}$ , символику $\text{набла}$	3	5
Модуль 2. Интегральные характеристики полей и основные теоремы	<b>Текущий контроль:</b> – Устный опрос – Решение задач на поток и циркуляцию – Кейс-стади: анализ уравнений Максвелла	Вычисление потока и циркуляции; применение теорем Остроградского–Гаусса и Стокса; анализ уравнений Максвелла	8	15
	<b>Рубежный контроль:</b> – Тестирование (Блок А)	Тест: 10 вопросов; реферат: 8–10 стр., защита с презентацией (5 слайдов)	4	10

	– Защита реферата: «Роль теоремы Остроградского–Гаусса в электродинамике и теории тяготения»			
Модуль 3. Классификация полей и их применение в физике	<b>Текущий контроль:</b> – Устный опрос – Решение задач на потенциальные и соленоидальные поля – Участие в проблемной дискуссии	Исследование полей на потенциальность/соленоидальность; нахождение векторного потенциала; решение уравнений Лапласа–Пуассона	9	15
	<b>Рубежный контроль:</b> – РГР «Полное исследование векторного поля» – Защита творческого задания: фрагмент урока по теме «Электрическое поле»	РГР: 1 вариант/студент, оформление в соответствии с требованиями; защита: 5–7 мин. + ответы на вопросы	5	10
<b>ИТОГО за семестр (без промежуточной аттестации)</b>			<b>37</b>	<b>70</b>
<b>Промежуточный контроль (зачёт с оценкой):</b> – Ответ на два теоретических вопроса (Блок D: ЗНАТЬ) – Решение задачи (Блок D: УМЕТЬ) – Защита РГР или фрагмента урока (Блок D: ВЛАДЕТЬ)			<b>23</b>	<b>30</b>
<b>СЕМЕСТРОВЫЙ РЕЙТИНГ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>			<b>60</b>	<b>100</b>

### Шкала перевода баллов в оценку:

Баллы	Оценка
85–100	Отлично
70–84	Хорошо
60–69	Удовлетворительно
менее 60	Неудовлетворительно

### 3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

#### Блок А — Репродуктивный уровень (ЗНАТЬ)

##### А.0 Фонд тестовых заданий по дисциплине

Инструкция: выберите один правильный ответ. За каждый верный ответ — 5 баллов.  
Время выполнения — 20 минут.

#### 1. Что называется скалярным полем?

- а) Функция, ставящая в соответствие каждой точке пространства вектор;
- б) Функция, ставящая в соответствие каждой точке пространства число; \*
- в) Семейство векторных линий;
- г) Совокупность силовых линий.

#### 2. Градиент скалярного поля $\varphi(x,y,z)$ — это:

- а) Скалярная функция от координат;
- б) Вектор, направленный вдоль поверхности уровня;
- в) Вектор наибольшего возрастания функции  $\varphi$ , перпендикулярный поверхности уровня; \*
- г) Дивергенция векторного поля.

#### 3. Дивергенция векторного поля $A$ называется:

- а) Скалярная величина  $\operatorname{div} A = \partial A_x / \partial x + \partial A_y / \partial y + \partial A_z / \partial z$ ; \*
- б) Векторная операция, результатом которой является вектор;
- в) Поток поля сквозь замкнутую поверхность;
- г) Линейный интеграл от поля по замкнутому контуру.

#### 4. Ротор (вихрь) векторного поля $A$ — это:

- а) Скалярная величина;
- б) Вектор  $\operatorname{rot} A = \nabla \times A$ ; \*
- в) Поток поля через поверхность;
- г) Производная по направлению.

#### 5. Теорема Остроградского–Гаусса связывает:

- а) Линейный интеграл с двойным;
- б) Поверхностный интеграл от дивергенции с потоком через замкнутую поверхность; \*
- в) Циркуляцию с потоком;

г) Ротор с дивергенцией.

**6. Поле называется потенциальным, если:**

а)  $\operatorname{div} A = 0$  везде;

б)  $\operatorname{rot} A = 0$  везде, и поле можно представить как  $A = \operatorname{grad} \varphi$ ; \*

в)  $\Delta A = 0$  везде;

г) Поток поля через любую замкнутую поверхность равен нулю.

**7. Соленоидальное поле характеризуется условием:**

а)  $\operatorname{rot} A = 0$ ;

б)  $\operatorname{div} A = 0$ ; \*

в)  $\Delta A = 0$ ;

г)  $\operatorname{grad} A = 0$ .

**8. Оператор Лапласа  $\Delta$  применённый к скаляру  $\varphi$  равен:**

а)  $\operatorname{div}(\operatorname{grad} \varphi) = \partial^2 \varphi / \partial x^2 + \partial^2 \varphi / \partial y^2 + \partial^2 \varphi / \partial z^2$ ; \*

б)  $\operatorname{rot}(\operatorname{grad} \varphi)$ ;

в)  $\operatorname{grad}(\operatorname{div} \varphi)$ ;

г)  $\nabla \varphi$ .

\* — правильный ответ (в вариантах для обучающихся правильный ответ не указывается)

## **A.1 Вопросы для устного опроса**

### **Тема 1. Скалярные и векторные поля. Дифференциальные характеристики**

1.1 Дайте определение скалярного и векторного полей. Приведите примеры из физики.

1.2 Что такое линии уровня (поверхности уровня)? Как они строятся?

1.3 Что такое производная по направлению? Запишите формулу.

1.4 Сформулируйте определение градиента. В каком направлении он направлен?

1.5 Запишите формулу градиента в декартовых координатах. Каков его геометрический смысл?

1.6 Дайте определение векторных линий. Как записывается их уравнение?

1.7 Что такое дивергенция? Каков её физический смысл? Запишите определение.

1.8 Что такое ротор (вихрь) векторного поля? Запишите определение через определитель.

1.9 Что такое оператор Гамильтона (набла)? Как с его помощью записываются  $\operatorname{grad}$ ,  $\operatorname{div}$ ,  $\operatorname{rot}$ ?

1.10 Перечислите основные формулы второго порядка ( $\operatorname{div} \operatorname{grad} \varphi$ ,  $\operatorname{rot} \operatorname{grad} \varphi$ ,  $\operatorname{div} \operatorname{rot} A$ ).

## **Тема 2. Интегральные характеристики полей и основные теоремы**

2.1 Дайте определение потока векторного поля через поверхность.

2.2 Сформулируйте теорему Остроградского–Гаусса. Запишите её аналитически.

2.3 Что такое циркуляция векторного поля? Запишите определение.

2.4 Сформулируйте теорему Стокса. В чём её смысл?

2.5 Сформулируйте теорему Грина. Как она связана с теоремой Стокса в плоском случае?

2.6 Как записываются операторы поля в цилиндрических координатах?

2.7 Как записываются операторы поля в сферических координатах?

2.8 Приведите примеры применения теоремы Остроградского–Гаусса в электростатике.

## **Тема 3. Классификация полей и их применение в физике**

3.1 Какое поле называется потенциальным? Запишите критерии потенциальности.

3.2 Как восстановить потенциал по данному полю? Опишите алгоритм.

3.3 Какое поле называется соленоидальным? Приведите примеры.

3.4 Что такое векторный потенциал соленоидального поля?

3.5 Какое поле называется гармоническим (лапласовым)?

3.6 Запишите уравнения Лапласа и Пуассона. В чём их различие?

3.7 Сформулируйте основную теорему теории поля (теорему Гельмгольца).

3.8 Как изменялись представления о природе поля (эфир  $\rightarrow$  поле  $\rightarrow$  квантовое поле)?

## **A.2 Вопросы для рубежного контроля (коллоквиума)**

### **Рубежный контроль по Модулю 1:**

K1.1 Вычислить  $\operatorname{grad} \varphi$ , если  $\varphi = x^2y + yz^2 - xz$ .

K1.2 Найти производную по направлению поля  $\varphi = \ln(x^2 + y^2 + z^2)$  в точке  $(1,1,1)$  по направлению вектора  $l = (1,1,1)$ .

K1.3 Вычислить  $\operatorname{div} A$ , если  $A = (x^2z; -xy; y^2z)$ .

K1.4 Вычислить  $\operatorname{rot} A$  для поля из K1.3.

K1.5 Используя оператор набла, проверить тождество  $\operatorname{rot}(\operatorname{grad} \varphi) = 0$  для произвольного  $\varphi$ .

### **Рубежный контроль по Модулю 2:**

K2.1 Вычислить поток поля  $A = (x; y; z)$  через сферу  $x^2 + y^2 + z^2 = R^2$  напрямую и с помощью теоремы Остроградского–Гаусса.

К2.2 Вычислить циркуляцию поля  $A = (y; -x; 0)$  по окружности  $x^2 + y^2 = 1, z = 0$ .

К2.3 Применить теорему Стокса для проверки результата К2.2.

К2.4 Записать первое уравнение Максвелла (теорему Гаусса для  $E$ ) в дифференциальной форме и вывести из него интегральную форму через теорему Остроградского–Гаусса.

### **Рубежный контроль по Модулю 3:**

К3.1 Проверить поле  $A = (2xy + z^2; x^2 - z; 2xz - y)$  на потенциальность. Если поле потенциальное, найти его потенциал.

К3.2 Проверить поле  $B = (y^2z; xz^2; xy^2)$  на соленоидальность.

К3.3 Решить уравнение Лапласа для шарового симметричного случая ( $\varphi = \varphi(r)$ ).

К3.4 Найти потенциал  $\varphi$  поля точечного заряда  $q$  из уравнения Пуассона.

### **А.3 Темы рефератов (Модуль 2)**

1. Роль теоремы Остроградского–Гаусса в электродинамике и теории тяготения.
2. Исторический путь от дальнего действия к концепции поля: Фарадей и Максвелл.
3. Материальность физического поля: от классической теории к квантовой.
4. Теорема Стокса и её применение в гидродинамике и электродинамике.
5. Уравнения Максвелла как квинтэссенция теории поля.

## **Блок В — Реконструктивный уровень (УМЕТЬ)**

### **В.1 Типовые задачи**

#### **Тема 1. Дифференциальные характеристики**

31.1 Найти градиент поля  $\varphi = x^2yz + xy^2z^2$ . Вычислить значение  $\text{grad}\varphi$  в точке  $M(1; -1; 2)$ .

31.2 Найти производную поля  $\varphi = x^2 + y^2 - z^2$  в точке  $M(1; 1; 1)$  по направлению  $l = (2; -2; 1)$ .

31.3 Найти  $\text{div } A$  и  $\text{rot } A$ , если  $A = (xy; yz; zx)$ .

31.4 Найти  $\text{div } A$  и  $\text{rot } A$ , если  $A = (e^x \cos y; e^x \sin y; z)$ .

31.5 Используя оператор набла, записать и вычислить: а)  $\nabla(\varphi\psi)$ ; б)  $\nabla \cdot (\varphi A)$ ; в)  $\nabla \times (\varphi A)$ .

#### **Тема 2. Интегральные характеристики**

32.1 Вычислить поток поля  $A = (x; 0; 0)$  через поверхность куба  $[0;1]^3$  двумя способами: напрямую и через теорему Остроградского–Гаусса.

32.2 Вычислить поток поля  $A = (x^2; y^2; z^2)$  через верхнее полушарие сферы  $R = 1$ .

32.3 Вычислить циркуляцию поля  $A = (y; z; x)$  по контуру — треугольнику с вершинами  $(1;0;0)$ ,  $(0;1;0)$ ,  $(0;0;1)$ .

32.4 Применить теорему Стокса для вычисления интеграла  $\oint(y^2dx + z^2dy + x^2dz)$  по контуру, ограничивающему сектор.

### Тема 3. Классификация полей

33.1 Определить, является ли поле  $A = (2xy + z; x^2 + 2yz; y^2 + z^2)$  потенциальным. При утвердительном ответе найти потенциал  $\varphi$ .

33.2 Найти векторный потенциал  $W$  соленоидального поля  $A = (y; z; x)$  (т.е.  $B = \text{rot } W = A$ ).

33.3 Решить уравнение Лапласа  $\Delta u = 0$  в случае плоской симметрии ( $u$  зависит только от  $r = \sqrt{(x^2+y^2)}$ ).

33.4 Для поля  $A = (2x; -y; -z)$  проверить, является ли оно: а) потенциальным; б) соленоидальным; в) гармоническим.

### В.2 Расчётно-графическая работа (РГР) — задания

Каждый студент получает индивидуальный вариант. Пример варианта:

Дано векторное поле  $A(x, y, z) = (2x^2y; xz - y^2z; x^2z + y)$ .

Требуется выполнить полное исследование поля:

- 1) Найти  $\text{div } A, \text{rot } A$ .
- 2) Проверить поле на потенциальность. Если потенциально — найти потенциал  $\varphi$ .
- 3) Проверить поле на соленоидальность.
- 4) Вычислить поток поля через поверхность единичного куба  $[0;1]^3$ .
- 5) Вычислить циркуляцию по контуру: единичная окружность в плоскости  $z = 0$ .
- 6) Применить теорему Остроградского–Гаусса для проверки пункта 4.
- 7) Построить эскиз векторных линий в плоскости  $z = 0$ .

### В.3 Кейс-стади: анализ уравнений Максвелла (Модуль 2)

Задание: Запишите систему уравнений Максвелла в интегральной форме. Используя теоремы теории поля (Остроградского–Гаусса и Стокса), перейдите к дифференциальной форме. Поясните физический смысл каждого уравнения в терминах потоков и циркуляций. Ответьте на вопросы: Что выражает первое уравнение Максвелла? Какую теорему теории поля вы применили? Каков физический смысл  $\text{rot } E$  в третьем уравнении?

### В.4 Темы для дискуссий (Модуль 3)

Д4.1 «Поле или дальноедействие: что реальнее?» (исторический анализ).

Д4.2 «Можно ли визуализировать поле?» (методы построения силовых и уровневых линий).

Д4.3 «Как теория поля меняет взгляд на природу взаимодействий?» (от Ньютона к Эйнштейну).

## **Блок С — Практико-ориентированный уровень (ВЛАДЕТЬ)**

### **С.1 РГР «Полное исследование векторного поля» (10 вариантов)**

Задание выполняется индивидуально, результаты оформляются в виде отчёта (рукописного или печатного, не менее 6–8 страниц формата А4). Критерии оценки РГР указаны в разделе 4.

#### **Перечень вариантов (поле $A(x,y,z)$ ):**

Вариант 1:  $A = (x^2y; y^2z; z^2x)$

Вариант 2:  $A = (xyz; x^2z; y^2x)$

Вариант 3:  $A = (2xy; x^2 - 2yz; -y^2)$

Вариант 4:  $A = (e^x \sin y; e^x \cos y; z)$

Вариант 5:  $A = (y^2 + z; xz - y; x^2 - z^2)$

Вариант 6:  $A = (x + 2yz; y + 2xz; z + 2xy)$

Вариант 7:  $A = (xy^2z; x^2yz; x^2y^2)$

Вариант 8:  $A = (\sin y; x \cos y + \sin z; y \cos z)$

Вариант 9:  $A = (2xz + y; x - z; x^2 - y)$

Вариант 10:  $A = (y^3z; 3xy^2z; xy^3)$

### **С.2 Защита творческого задания: Разработка фрагмента школьного урока по теме Электрическое поле с использованием элементов теории поля**

Форма: устная защита (5–7 мин.) с мини-презентацией (3–5 слайдов).

Требования к заданию:

- Чёткая формулировка учебных целей урока (в терминах ЗНАТЬ/УМЕТЬ/ВЛАДЕТЬ);
- Дидактическая трансформация: перевод понятий «градиент», «поток», «дивергенция» на язык, доступный школьникам;
- Один демонстрационный/мысленный эксперимент или задача;
- Воспитательный аспект: связь с историей науки или мировоззренческим выводом.

### **С.3 Перечень дискуссионных тем для проблемной лекции и итоговой дискуссии**

1. Материальность поля: концептуальная эволюция от «эфира» к квантовому вакууму.
2. Вклад российских учёных (Остроградский, Максвелл, Умов) в развитие теории поля.
3. Философский смысл уравнений поля: поле как форма существования материи.
4. Применение теории поля в современных наукоёмких технологиях.

## **Блок D — Промежуточная аттестация (зачёт с оценкой)**

### **Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ**

1. Понятие скалярного и векторного полей. Примеры из физики.
2. Линии и поверхности уровня скалярного поля.
3. Производная по направлению. Вывод формулы.
4. Градиент скалярного поля: определение, свойства, геометрический смысл.
5. Связь градиента с потенциальной энергией и силой в физике.
6. Дивергенция векторного поля: определение, физический смысл, формула.
7. Ротор (вихрь) векторного поля: определение, физический смысл.
8. Оператор Гамильтона. Векторные дифференциальные операции второго порядка.
9. Поток векторного поля. Физическая интерпретация.
10. Теорема Остроградского–Гаусса: формулировка, векторная и координатная формы.
11. Циркуляция векторного поля. Определение и физический смысл.
12. Теорема Стокса: формулировка и применение.
13. Теорема Грина. Операторы в криволинейных ортогональных координатах.
14. Потенциальное поле: определение, критерии потенциальности, восстановление потенциала.
15. Соленоидальное поле: определение, векторный потенциал.
16. Гармонические поля. Уравнения Лапласа и Пуассона.
17. Основная теорема теории поля (теорема Гельмгольца).
18. Исторические этапы развития теории поля (Фарадей, Максвелл). Вклад российских учёных.
19. Физическое поле как форма существования материи. Мировоззренческое значение.
20. Связь теории поля с уравнениями Максвелла.

### **Задачи для проверки уровня обученности УМЕТЬ**

- У1. Вычислить  $\text{grad } \varphi$ ,  $\text{div } \mathbf{A}$ ,  $\text{rot } \mathbf{A}$  для заданных функций.
- У2. Вычислить производную по направлению скалярного поля в данной точке.
- У3. Применить теорему Остроградского–Гаусса для вычисления потока через замкнутую поверхность.
- У4. Применить теорему Стокса для вычисления циркуляции по замкнутому контуру.
- У5. Проверить поле на потенциальность. При утвердительном ответе — найти потенциал.
- У6. Решить уравнение Лапласа  $\Delta\varphi = 0$  для сферически симметричного случая.

### **Задачи для проверки уровня обученности ВЛАДЕТЬ**

- В1. Выполнить полное исследование заданного векторного поля ( $\text{grad}$ ,  $\text{div}$ ,  $\text{rot}$ , поток, циркуляция, классификация).
- В2. Разработать и защитить фрагмент объяснения понятия «электрическое поле» для учащихся средней школы с использованием понятий теории поля.

В3. Записать одно из уравнений Максвелла в интегральной форме и вывести его дифференциальный аналог с применением теорем теории поля.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ № \_\_\_\_**

1. Теоретический вопрос (ЗНАТЬ):

\_\_\_\_\_

2. Теоретический вопрос (ЗНАТЬ):

\_\_\_\_\_

3. Задача (УМЕТЬ):

\_\_\_\_\_

4. Задача/задание (ВЛАДЕТЬ):

\_\_\_\_\_

## 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ

### 4.1. Процедура промежуточной аттестации (зачёт с оценкой)

Зачёт с оценкой проводится в устной форме (при наличии — с элементами письменного решения задачи). Студент получает билет, содержащий 2 теоретических вопроса и 2 практических задания. Время подготовки — 20 минут; время ответа — до 15 минут. За промежуточную аттестацию студент может получить максимально 30 баллов. Итоговая оценка формируется как сумма баллов за текущую (70 баллов) и промежуточную (30 баллов) работу.

Студент/магистрант, набравший более 60 баллов за текущий и рубежный контроль в семестре, может быть допущен к получению зачёта без дополнительного опроса по решению преподавателя.

### 4.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

#### Шкала оценивания устного ответа на теоретические вопросы (Блок D, ЗНАТЬ):

Баллы	Критерии
85–100 %	Глубокое и прочное усвоение материала. Полные, последовательные, логически выстроенные ответы. Демонстрация знаний в объёме программы и дополнительной литературы. Уверенное владение терминологическим аппаратом (градиент, дивергенция, ротор, поток, циркуляция и др.). Способность устанавливать связи между понятиями (например, связь теорем теории поля с уравнениями Максвелла).
70–84 %	Хорошее знание материала. Несущественные ошибки, исправляемые после наводящих вопросов. Чёткое изложение учебного материала. Демонстрация знаний в объёме программы с незначительными пробелами в деталях.
60–69 %	Частичное знание материала. Наличие несущественных ошибок в ответе, не исправляемых самостоятельно. Недостаточно полное изложение; слабая структурированность ответа.
менее 60 %	Незнание материала. Серьёзные ошибки при ответе. Затрудняется сформулировать базовые определения. Не способен установить связи между понятиями.

#### Шкала оценивания практических заданий (Блок D, УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ):

Баллы	Критерии
85–100 %	Задача решена полностью и верно. Все элементы (постановка, формулы, вычисления, ответ) представлены корректно. Демонстрируется умение

	применять теоремы теории поля к физическим задачам. Грамотное оформление.
70–84 %	Задача решена в основном верно. Допущены незначительные ошибки в вычислениях или промежуточных преобразованиях, не влияющие на метод. Ход решения логичен.
60–69 %	Задача решена частично. Выбран верный метод, но ход решения содержит ошибки. Получен неверный ответ при правильной стратегии.
менее 60 %	Задача не решена или решена неверно. Метод выбран ошибочно. Студент не может продемонстрировать необходимые навыки.

### Шкала оценивания РГР «Полное исследование векторного поля»:

Критерий оценивания	Макс. баллов	Набрано
Правильность нахождения $\text{grad } \varphi$ , $\text{div } A$ , $\text{rot } A$	20	
Корректная проверка на потенциальность и нахождение потенциала	20	
Правильное вычисление потока (двумя способами)	20	
Правильное вычисление циркуляции	15	
Построение эскиза векторных линий	10	
Оформление работы (структура, формулы, пояснения)	10	
Ответы на вопросы при защите	5	
<b>ИТОГО</b>	<b>100</b>	

### Шкала оценивания реферата:

Критерий	Макс. баллов	Набрано
Актуальность и глубина раскрытия темы	25	
Наличие собственного анализа и выводов	25	
Использование и правильное цитирование источников	20	
Качество презентации и устного доклада	20	
Соответствие оформления требованиям	10	
<b>ИТОГО</b>	<b>100</b>	

### Шкала оценивания творческого задания (защита фрагмента урока):

Критерий	Макс. баллов	Набрано
----------	--------------	---------

Чёткость формулировки учебных целей (ЗНАТЬ/УМЕТЬ/ВЛАДЕТЬ)	20	
Корректность дидактической трансформации понятий теории поля	30	
Наличие и качество демонстрационного задания/эксперимента	25	
Воспитательный аспект (историко-научный или мировоззренческий)	15	
Качество презентации и ответы на вопросы	10	
<b>ИТОГО</b>	<b>100</b>	

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ И ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ**

### **5.1. Общие рекомендации по освоению дисциплины**

1. Работа на лекциях. Теория поля — математически строгая дисциплина, требующая системного усвоения. Рекомендуется вести конспект с формулами и графическими пояснениями (эскизы полей). После каждой лекции самостоятельно повторять материал и воспроизвести основные формулы.
2. Подготовка к практическим занятиям. До занятия необходимо: а) повторить соответствующий теоретический материал (конспект + рекомендуемая литература); б) выполнить 2–3 задачи из банка типовых заданий (Блок В). На занятии активно участвовать в решении задач и не оставлять ошибки без разбора.
3. Самостоятельная работа (СР). Основной объём СР — выполнение РГР и подготовка к рубежным контролям. При работе над РГР используйте алгоритм: постановка задачи → выбор метода (теорема или прямые вычисления) → решение → проверка (например, через теорему Остроградского–Гаусса) → оформление.
4. Подготовка к зачёту. Повторите все теоретические вопросы Блока Д. Самостоятельно решите по 2–3 задачи каждого типа из Блока В. Убедитесь, что можете выполнить полное исследование произвольного векторного поля.

### **5.2. Требования к выполнению РГР**

1. РГР выполняется индивидуально по назначенному варианту.
2. Структура отчёта: титульный лист; условие задачи; решение (по пунктам задания, с пояснениями); выводы о классификации поля; графическое приложение (эскиз).
3. Все промежуточные вычисления должны быть показаны; ответы выделены.
4. Допускается оформление в печатном виде (LaTeX или рукопись) на листах А4.
5. Работа сдаётся преподавателю до защиты. Защита проходит в форме 3–5 минутного устного объяснения одного из пунктов задания по выбору преподавателя.

### **5.3. Требования к написанию и защите реферата**

1. Объём реферата — 8–10 страниц основного текста (без учёта титульного листа и списка литературы).
2. Структура: введение (актуальность, цели); основная часть (анализ темы); заключение (выводы); список литературы (не менее 5 источников).
3. Презентация: 5–7 слайдов. Оптимальный шрифт — не менее 18 пт. Не читайте текст дословно со слайдов.
4. Регламент доклада: 5–7 минут + 3–5 минут ответы на вопросы.
5. Запрещается использование текстов из открытых источников без переработки (проверка на антиплагиат).

#### **5.4. Требования к промежуточной аттестации (зачёт с оценкой)**

1. Студент получает билет с 2 теоретическими вопросами (Блок D: ЗНАТЬ) и 2 практическими заданиями (УМЕТЬ, ВЛАДЕТЬ).
2. Время подготовки — 20 минут. В ходе подготовки допускается использование листа для черновых вычислений.
3. Ответ оценивается в соответствии с шкалами раздела 4.
4. Студент, набравший более 60 баллов по текущей работе, может быть освобождён от устной части зачёта по решению преподавателя с выставлением оценки на основании рейтинга.
5. При получении оценки «неудовлетворительно» студент имеет право на пересдачу в установленные деканатом сроки.

#### **5.5. Правила отработки пропущенных занятий**

1. Каждое занятие, пропущенное без уважительной причины, подлежит отработке. Отработки проводятся в период дежурства преподавателя по расписанию кафедры.
2. Пропущенные занятия должны быть отработаны в течение 10 дней со дня пропуска. Не более одного занятия в день.
3. Форма отработки: устный ответ по теме пропущенного занятия + решение 1–2 типовых задач.
4. За каждое пропущенное и не отработанное занятие снимается 0,5 балла из текущего рейтинга.