

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Агафонов Александр Викторович

Должность: директор филиала

Дата подписания: 19.06.2025 15:41:11

Уникальный программный ключ:

2539477a8ac706dc9c164bc411eb6d3c4ab06

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**Кафедра информационных технологий,**  
**электроэнергетики и систем управления**



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**по выполнению расчетно-графических работ №2**  
**по дисциплине**  
**«Физика»**

|                           |                                                                                        |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Направление подготовки    | <b>23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин</b>                         |
| Направленность подготовки | (код и наименование направления подготовки)<br><b>Автомобильное хозяйство и сервис</b> |
| Квалификация выпускника   | (наименование профиля подготовки)<br><b>бакалавр</b>                                   |
| Форма обучения            | <b>очная</b>                                                                           |

Чебоксары, 2022

Методические указания разработаны  
в соответствии с требованиями ФГОС ВО по  
направлению подготовки  
23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин

Автор Самсонов Алексей Михайлович, ст.преподаватель кафедры Информационных технологий, электроэнергетики и систем управления

*(указать ФИО, ученую степень, ученоезвание или должность)*

Методические рекомендации одобрены на заседании кафедры Информационных технологий, электроэнергетики и систем управления

(протокол № 10 от 14.05.2022 г.).

**1. Цель расчетно-графической работы** - выявить знания студентов основ физики, производить расчеты, привить обучающимся навыки самостоятельной работы с применением математических методов.

В ходе выполнения расчетно-графической работы обучающийся должен проявить умение самостоятельно работать с учебной литературой, применять теоретические знания для решения задач и анализа конкретных данных.

Расчетно-графическая работа должна быть выполнена и представлена в срок, установленный графиком учебного процесса.

**Выполнение расчетно-графической работы** включает следующие этапы:

- ознакомление с программой дисциплины «Физика», методическими рекомендациями по выполнению расчетно-графической работы;
- проработка соответствующих разделов физики: «Электричество и магнетизм» по рекомендованной учебной литературе, конспектам лекций;
- выполнение расчетов с применением освоенных методов.

Завершенная работа представляется для проверки на кафедру преподавателю в установленные учебным графиком сроки. Срок проверки не более 5-7 дней. Преподаватель проверяет качество работы, отмечает положительные стороны, недостатки работы и оценивает ее. Обучающиеся, не подготовившие расчетно-графическую работу, к зачету и экзамену не допускаются.

## **2. Выбор варианта и структура расчетно-графической работы**

Задания для расчетно-графических работ составляются преподавателем, который ведет данную дисциплину, и утверждаются кафедрой.

Номер варианта расчетно-графической работы выбирается обучающимся по последней цифре в шифре номера зачетной книжки. Так, например, если последняя цифра шифра 1, то обучающийся выполняет расчетно-графическую работу по варианту № 1.

По этому номеру и по таблице вариантов (таблицы 1 и 2) находятся задачи, которые должен решить студент.

Таблица 1

| Задачи | Вариант |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|        | 1       | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| 1      | 301     | 302 | 303 | 304 | 305 | 306 | 307 | 308 | 309 | 310 |
| 2      | 311     | 312 | 313 | 314 | 315 | 316 | 317 | 318 | 319 | 320 |
| 3      | 321     | 322 | 323 | 324 | 325 | 326 | 327 | 328 | 329 | 330 |
| 4      | 331     | 332 | 333 | 334 | 335 | 336 | 337 | 338 | 339 | 340 |
| 5      | 341     | 342 | 343 | 344 | 345 | 346 | 347 | 348 | 349 | 350 |
| 6      | 351     | 352 | 353 | 354 | 355 | 356 | 357 | 358 | 359 | 360 |
| 7      | 361     | 362 | 363 | 364 | 365 | 366 | 367 | 368 | 369 | 370 |
| 8      | 371     | 372 | 373 | 374 | 375 | 376 | 377 | 378 | 379 | 380 |

Таблица 2

| Задачи | Вариант |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|        | 1       | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| 1      | 401     | 402 | 403 | 404 | 405 | 406 | 407 | 408 | 409 | 410 |
| 2      | 411     | 412 | 413 | 414 | 415 | 416 | 417 | 418 | 419 | 420 |
| 3      | 421     | 422 | 423 | 424 | 425 | 426 | 427 | 428 | 429 | 430 |
| 4      | 431     | 432 | 433 | 434 | 435 | 436 | 437 | 438 | 439 | 440 |
| 5      | 441     | 442 | 443 | 444 | 445 | 446 | 447 | 448 | 449 | 450 |
| 6      | 451     | 452 | 453 | 454 | 455 | 456 | 457 | 458 | 459 | 460 |
| 7      | 461     | 462 | 463 | 464 | 465 | 466 | 467 | 468 | 469 | 470 |
| 8      | 471     | 472 | 473 | 474 | 475 | 476 | 477 | 478 | 479 | 480 |

Например, если номер зачетной книжки 803681 и по учебному плану необходимо выполнить две контрольные работы, то по таблицам 1 и 2 находим номера задач, которые нужно решить:

– 301, 311, 321, 331, 341, 351, 361, 371;

– 401, 411, 441, 431, 441, 451, 461, 471.

Задания выполняются в течение 2-го семестра.

При выполнении расчетно-графической работы необходимо придерживаться следующей структуры:

- титульный лист;
- введение;
- расчетная часть;
- заключение;
- список использованной литературы.

**Титульный лист** является первой страницей расчетно-графической работы. Образец его оформления приведен в Приложении.

**Во введении** содержатся общие сведения о выполненной работе (0,5-1 с).

**В расчетной части** обучающийся должен показать умение применять математические методы расчетов, рассчитывать необходимые данные, делать на их основе аргументированные выводы.

Условия задач в расчетной части должны быть приведены полностью. Решение задач следует сопровождать развернутыми расчетами, ссылками на математические формулы, анализом и выводами. Задачи, в которых даны только ответы без промежуточных вычислений, считаются нерешенными.

Следует обратить особое внимание на выводы, которые должны быть обоснованными, подтверждаться предварительным анализом цифрового материала.

**В заключении** расчетно-графической работы (1 с.) в краткой форме резюмируются результаты работы.

После заключения приводится список литературы, включающий только те

источники, которые были использованы при выполнении расчетно-графической работы и на которые имеются ссылки в тексте работы.

При описании литературных источников необходимо указать:

- фамилии и инициалы авторов;
- название книги, сборника, статьи;
- место издания;
- издательство;
- год издания;
- количество страниц или конкретные страницы (последние в случае ссылки на статью или статистический сборник).

Стандартный формат описания источников приведен в списке литературы.

### **3. Требования к оформлению расчетно-графической работы**

При оформлении расчетно-графической работы необходимо руководствоваться следующими требованиями:

1. Объем работы - 5-10 страниц текста на стандартных листах формата А4, набранных на компьютере с использованием текстового редактора или вручную (письменно), табличного процессора или других программных средств (размер шрифта - 14 пунктов, интервал - 1,5).

2. Страницы должны быть пронумерованы и иметь поля слева и справа не менее 25 мм для замечаний преподавателя-консультанта.

3. В тексте не должно быть сокращений слов, кроме общепринятых.

4. Все промежуточные данные проводимых расчетов и результаты следует представлять в явном виде.

5. Все таблицы должны иметь сквозную нумерацию. Приведенные в работе иллюстрации (графики, диаграммы) должны иметь подрисовочные надписи.

6. Описание литературных источников выполняется в соответствии со стандартными требованиями, приведенными в предыдущем разделе.

### **4. Задания и методические указания для выполнения расчетно-графической работы студентами очной формы обучения**

**Электростатическое поле и его характеристики:** Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции электростатических полей. Поле диполя. Энергетическая характеристика электростатического поля. Связь между напряженностью и потенциалом. Эквипотенциальные поверхности.

**Теорема Гаусса для электростатического поля:** Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме и ее применение для расчета электрических полей. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля.

**Электрическое поле в веществе:** Типы диэлектриков и их поляризация. Поляризованность. Напряженность поля в диэлектрике. Электрическое смещение. Теорема Гаусса для электростатического поля в диэлектрике. Условия на границе двух диэлектриков. Сегнетоэлектрики. Проводник в электростатическом поле. Электростатическая индукция. Емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Пондеромоторная сила. Энергия системы неподвижных точечных зарядов, уединенного проводника и конденсатора. Энергия электростатического поля.

**Постоянный электрический ток:** Электрический ток, сила и плотность тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила (ЭДС) и напряжение. Сопротивление проводников. Сверхпроводимость. Закон Ома для однородного и неоднородного участка цепи. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа.

**Электрические токи в металлах, вакууме и газах:** Элементарная классическая теория электропроводности металлов. Работа выхода электронов из металла. Эмиссионные явления: термоэлектронная, фотоэлектронная, вторично-электронная, автоэлектронная эмиссии. Ионизация газов. Несамостоятельный и самостоятельный газовые разряды. Типы самостоятельного разряда. Плазма и ее свойства. Полупроводники.

**Магнитное поле в вакууме:** Магнитное поле и его характеристики. Магнитная постоянная. Единицы магнитной индукции и напряженности магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение к расчету магнитного поля. Принцип суперпозиции магнитных полей. Магнитное поле движущегося заряда. Закон Ампера. Взаимодействие параллельных токов. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Ускорители заряженных частиц. Эффект Холла. Циркуляция вектора индукции магнитного поля в вакууме. Магнитные поля соленоида и тороида. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для поля  $\mathbf{B}$ . Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.

**Электромагнитная индукция:** Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Вращение рамки в магнитном поле. Вихревые токи. Индуктивность контура. Самоиндукция. Токи при замыкании и размыкании цепи. Взаимная индукция. Трансформаторы. Энергия магнитного поля.

**Магнитное поле в веществе:** Магнитные моменты электронов и атомов. Диа- и парамагнетизм. Намагниченность. Магнитная восприимчивость и проницаемость среды. Магнитное поле в веществе. Условия на границе раздела двух магнетиков. Ферромагнетики. Природа ферромагнетизма.

**Основы теории Максвелла для электромагнитного поля:** Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в интегральной и дифференциальной формах.

Материальные уравнения. Принцип относительности в электродинамике.

**Электромагнитные колебания:** Свободные гармонические колебания в колебательном контуре. Формула Томсона. Свободные затухающие колебания в колебательном контуре. Дифференциальное уравнение вынужденных электромагнитных колебаний.

**Переменный электрический ток:** Квазистационарные токи. Переменный ток. Активное, реактивное и полное сопротивление. Резонанс напряжений. Резонанс токов. Работа и мощность переменного тока. Действующее (эффективное) значения тока и напряжения.

### ***МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ***

1. Номера задач, которые студент должен включить в свою контрольную работу, определяются по таблицам вариантов.

2. Контрольные работы надо выполнять в школьной тетради, на обложке которой привести следующие сведения: номер контрольной работы, наименование дисциплины, специальность, курс и форму обучения, учебный шифр, фамилия и инициалы студента, а также фамилия ведущего преподавателя.

3. Условия задач в контрольной работе надо переписать полностью без сокращений. Каждую задачу необходимо начинать с новой страницы.

4. В конце контрольной работы следует указать учебники или учебные пособия, которые использовались студентом при решении задач.

5. Контрольную работу на проверку следует сдать в деканаты своих факультетов до начала экзаменационной сессии.

6. Если контрольная работа при проверке не зачтена, студент обязан исправить неверные решения и представить исправленную работу на повторную проверку непосредственно преподавателю. Исправления необходимо сделать в той же тетради.

7. Студент должен быть готов во время зачета или экзамена дать пояснения по существу решения задач, входящих в контрольные работы.

8. Решения задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями; в тех случаях, когда это, возможно, сделать схематический чертеж или рисунок, поясняющий содержание задачи.

9. Решать задачу необходимо в общем, виде, т.е. выразить искомую величину в буквенных обозначениях величин, заданных в условии задач. При таком способе решения не производится вычисления промежуточных величин.

10. После получения сложной расчетной формулы для проверки правильности ее следует подставить в правую часть формулы вместо символов величин обозначения единиц этих величин, произвести с ним необходимые действия и убедиться в том, что полученная при этом единица

соответствует искомой величине. Если такого соответствия нет, то это означает, что задача решена неверно.

11. Числовые значения величин при подставке их в расчетную формулу следует выражать только в единицах СИ. В виде исключения допускает выражать в любых, но одинаковых единицах числовые значения однородных величин, стоящих в числителе и знаменателе дроби и имеющие одинаковые степени.

12. При подстановке в расчетную формулу, а также при записи ответа числовые значения величин следует записывать как произведение десятичной дроби с одной значащей цифрой перед запятой на соответствующую степень десяти. Например, вместо 3520 надо записать  $3,52 \cdot 10^3$ , вместо 0,00129 записать  $1,29 \cdot 10^{-3}$  и т. п.

13. Вычисления по расчетной формуле надо проводить с соблюдением правил приближенных вычислений. Как правило, окончательный ответ следует записывать с тремя значащими цифрами. Это относится к случаю, когда результат получен с применением калькулятора.

### *Задачи*

**301.** Сила гравитационного притяжения двух водяных капель уравнивается кулоновской силой отталкивания. Определить заряд капель, если их радиус  $0,1 \text{ м}$ ; плотность воды  $1 \text{ г/см}^3$ .

**302.** Два заряда величиной  $0,5$  и  $2 \text{ нКл}$  находятся на расстоянии  $r = 10 \text{ см}$ . На каком расстоянии от первого заряда надо поместить третий заряд, чтобы силы, действующие на него со стороны первых двух зарядов уравнивали друг друга?

**303.** В вершинах квадрата помещены заряды по  $10 \text{ нКл}$ . Какой отрицательный заряд нужно поместить в центре квадрата, чтобы вся система находилась в равновесии?

**304.** В вершинах равностороннего треугольника находятся одинаковые заряды  $q = 2 \text{ нКл}$ . Какой отрицательный заряд нужно поместить в центр треугольника, чтобы система находилась в равновесии?

**305.** Два одинаковых заряда величиной  $0,4 \text{ нКл}$  находятся на расстоянии  $2 \text{ см}$ . Какой заряд и где надо поместить, чтобы система находилась в равновесии?

**306.** Определить расстояние  $r_2$ , между двумя одинаковыми зарядами, находящимися в масле с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon = 3$ , если сила взаимодействия между ними такая же, как в вакууме на расстоянии  $r_1 = 30 \text{ см}$ .

**307.** Расстояние между двумя точечными зарядами  $q_1 = 1 \text{ мкКл}$  и  $q_2 = -1 \text{ мкКл}$  равно  $10 \text{ см}$ . Определить силу  $F$ , действующую на заряд  $q = 0,1 \text{ мкКл}$ , удаленный на  $6 \text{ см}$  от первого и на  $8 \text{ см}$  от второго зарядов.

**308.** Два заряженных шарика, подвешенных на нитях одинаковой длины, опускаются в керосин плотностью  $0,8 \text{ г/см}^3$ . какова должна быть

плотность материалов шариков, чтобы угол расхождения нитей в воздухе и керосине был один и тот же? Диэлектрическая проницаемость керосина .

**309.** В центр квадрата, в каждой вершине которого находится заряд  $q = 2,33$  нКл, помещен отрицательный заряд  $q_0$ . Найти этот заряд, если на каждый заряд  $q$  действует результирующая сила  $F = 0$ .

**310.** Два шарика одинакового радиуса и массы подвешены на нитях одинаковой длины так, что их поверхности соприкасаются. Какой заряд  $q$  нужно сообщить шарикам, чтобы сила натяжения нитей стала равной  $T = 98$  мН? Расстояние от центра шарика до точки подвеса  $l = 10$  см; масса каждого шарика  $m = 5$  г.

**311.** Заряды по  $q = 10$  нКл расположены на расстоянии 6 см друг от друга. Найти напряженность поля и потенциал в точке, удаленной на 5 см от каждого заряда.

**312.** Два заряда, один из которых по модулю в 4 раза больше другого, расположены на расстоянии  $r$  друг от друга. В какой точке пространства а) напряженность поля равна нулю? б) потенциал равен нулю? Заряды считать разноименными.

**313.** В вершинах равностороннего треугольника со стороной  $a = 5$  см находятся заряды  $+q$ ,  $+q$  и  $-q$ . Найти напряженность поля  $E$  и потенциал  $\varphi$  в центре треугольника, если  $q = 5$  нКл.

**314.** Найти напряженность поля  $E$  и потенциал  $\varphi$  в центре квадрата со стороной  $a = 16$  см, если в его вершинах находятся одинаковые положительные заряды  $q = 2$  нКл.

**315.** Два шарика массой по 2 мг подвешены в общей точке на нитях длиной 0,5 м. Шарикам сообщили заряд и нити разошлись, образовав угол  $90^\circ$ . Определить напряженность и потенциал поля в точке подвеса шариков.

**316.** Два одинаковых заряда находятся в воздухе на расстоянии 0,1 м друг от друга. Напряженность поля в точке, удаленной на расстояние 6 см от одного и 8 см от другого зарядов, равна 10 кВ/м. Определить потенциал поля в этой точке и значения зарядов.

**317.** Электрическое поле создано двумя точечными зарядами  $q_1 = 10$  нКл и  $q_2 = -20$  нКл, находящимися на расстоянии  $d = 20$  см друг от друга. Определить напряженность  $E$  и потенциал  $\varphi$  поля в точке, удаленной от первого заряда на  $r_1 = 30$  см и от второго на  $r_2 = 40$  см.

**318.** Расстояние  $d$  между двумя точечными положительными зарядами  $q_1 = 9q$  и  $q_2 = q$  равно 8 см. На каком расстоянии  $r$  от первого заряда находится точка, в которой напряженность  $E$  поля зарядов равна нулю? Чему равен потенциал  $\varphi$  поля в этой точке.

**319.** Расстояние  $d$  между зарядами  $q = \pm 2$  нКл равно 20 см. Определить напряженность  $E$  и потенциал  $\varphi$  поля, созданного этими зарядами в точке, находящейся на расстоянии  $r_1 = 15$  см от первого и  $r_2 = 10$  см от второго зарядов.

**320.** В вершинах правильного шестиугольника расположены три отрицательных и три положительных заряда. Найти напряженность  $E$  и потенциал  $\varphi$  электрического поля в центре шестиугольника при различных комбинациях в расположении этих зарядов. Каждый заряд  $q = 1,5$  нКл; сторона шестиугольника  $a = 3$  см.

**321.** Кольцо радиусом  $r = 10$  см из тонкой проволоки равномерно заряжено с линейной плотностью  $\lambda = 10$  нКл/м. Определить напряженность поля на оси, проходящей через центр кольца в точке  $A$ , удаленной на расстояние  $a = 20$  см от центра кольца.

**322.** Шар радиусом  $R = 10$  см заряжен равномерно с объемной плотностью  $\rho = 5$  нКл/м<sup>3</sup>. Определить напряженность электростатического поля: 1) на расстоянии  $r_1 = 2$  см от центра шара; 2) на расстоянии  $r_2 = 12$  см от центра шара. Постройте зависимость  $E(r)$ .

**323.** Внутренний цилиндрический проводник длинного прямолинейного коаксиального провода радиусом  $R_1 = 1,5$  мм заряжен с линейной плотностью  $\lambda_1 = 0,20$  нКл/м. Внешний цилиндрический проводник этого провода радиусом  $R_2 = 3$  мм заряжен с линейной плотностью  $\lambda_2 = -0,15$  нКл/м. Пространство между проводниками заполнено резиной ( $\epsilon = 3$ ). Определить напряженность электростатического поля в точках, лежащих от оси провода на расстояниях: 1)  $r_1 = 1$  мм; 2)  $r_2 = 2$  мм; 3)  $r_3 = 5$  мм.

**324.** Две концентрические металлические заряженные сферы с радиусами  $R_1 = 6$  см и  $R_2 = 10$  см несут соответственно заряды  $Q_1 = 1$  нКл  $Q_2 = -0,5$  нКл. Найти напряженность  $E$  поля в точках, отстоящих от центра сфер на расстояниях  $r_1 = 5$  см;  $r_2 = 9$  см;  $r_3 = 15$  см. Построить график зависимости  $E(r)$ .

**325.** Построить на одном графике кривые зависимости напряженности  $E$  электрического поля от расстояния  $r$  в интервале  $1 \leq r \leq 5$  см через каждый 1 см, если поле образовано: 1) точечным зарядом  $q = 33,3$  нКл; 2) бесконечно длинной заряженной нитью с линейной плотностью заряда  $\lambda = 1,67$  мКл/м; 3) бесконечно протяженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда  $\sigma = 25$  мКл/м<sup>2</sup>.

**326.** Электростатическое поле создается двумя бесконечными параллельными плоскостями, заряженными равномерно разноименными зарядами с поверхностной плотностью  $\sigma_1 = 1$  нКл/м<sup>2</sup> и  $\sigma_2 = -2$  нКл/м<sup>2</sup>. Определить напряженность электростатического поля: 1) между плоскостями; 2) за пределами плоскостей. Построить график изменения напряженности поля вдоль линии, перпендикулярной плоскостям.

**327.** Шар радиусом  $R = 10$  см заряжен равномерно зарядом  $Q = 41,9$

пКл. Определите напряженность электростатического поля: 1) на расстоянии  $r_1 = 5$  см от центра шара; 2) на расстоянии  $r_2 = 15$  см от центра шара. Постройте зависимость  $E(r)$ .

**328.** На металлической сфере  $R = 10$  см находится заряд  $Q = 1$  нКл. Определить напряженность  $E$  электростатического поля в следующих точках: 1) на расстоянии  $r_1 = 8$  см от центра сферы; 2) на поверхности ее; 3) на расстоянии  $r_2 = 15$  см от центра сферы. Построить зависимость  $E(r)$ .

**329.** Две длинные тонкостенные коаксиальные трубки с радиусами  $R_1 = 2$  см и  $R_2 = 4$  см несут заряды, равномерно распределенные по длине с линейными плотностями  $\lambda_1 = 1$  нКл/м  $\lambda_2 = -0,5$  нКл/м. пространство между трубками заполнено эбонитом. Определить напряженность поля в точках, находящихся на расстояниях  $r_1 = 1$  см;  $r_2 = 3$  см;  $r_3 = 5$  см. Построить график зависимости  $E(r)$ .

**330.** Бесконечно длинная тонкостенная металлическая трубка с радиусом  $R = 2$  см несет равномерно распределенный по поверхности заряд ( $1$  нКл/м<sup>2</sup>). Определить напряженность  $E$  поля в точках, отстоящих от оси трубки на расстояниях  $r_1 = 1$  см;  $r_2 = 3$  см. Построить график зависимости  $E(r)$ .

**331.** Электростатическое поле создается сферой радиусом  $R = 4$  см, равномерно заряженной с поверхностной плотностью  $\sigma = 1$  нКл/м<sup>2</sup>. Определите разность потенциалов между двумя точками поля, лежащими на расстояниях  $r_1 = 6$  см до  $r_2 = 10$  см.

**332.** Определите линейную плотность бесконечно длинной заряженной нити, если работа сил поля по перемещению заряда  $q = 1$  нКл с расстояния  $r_1 = 10$  см до  $r_2 = 5$  см в направлении, перпендикулярном нити, равна  $0,1$  мДж.

**333.** Найти потенциал  $\varphi$  точки поля, находящейся на расстоянии  $r = 10$  см от центра заряженного шара радиусом  $R = 1$  см. Задачу решить, если:

1) задана поверхностная плотность заряда на шаре  $\sigma = 0,1$  мКл/м<sup>2</sup>; 2) задан потенциал шара  $\varphi_0 = 300$  В.

**334.** Около заряженной бесконечно протяженной плоскости находится точечный заряд  $q = 0,66$  нКл. Заряд перемещается по линии напряженности поля на расстояние  $a = 2$  см; при этом совершается работа  $A = 5$  мкДж. Найти поверхностную плотность заряда  $\sigma$  на плоскости.

**335.** Электростатическое поле создается бесконечной плоскостью, равномерно заряженной с поверхностной плотностью  $\sigma = 1$  нКл/м<sup>2</sup>. Определите разность потенциалов между двумя точками этого поля, на расстоянии  $r_1 = 20$  см и  $r_2 = 50$  см от плоскости.

**336.** Электростатическое поле создается сферой радиусом  $R = 5$  см,

равномерно заряженной с поверхностной плотностью  $\sigma = 1 \text{ нКл/м}^2$ . Определите разность потенциалов между двумя точками поля, лежащими на расстояниях  $r_1 = 10 \text{ см}$  до  $r_2 = 15 \text{ см}$ .

**337.** Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии  $d = 0,5 \text{ см}$  друг от друга. На плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1 = 0,2 \text{ мКл/м}^2$  и  $\sigma_2 = -0,3 \text{ мКл/м}^2$ . Определить разность потенциалов  $U$  между плоскостями.

**338.** Электростатическое поле создано бесконечно равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда  $\sigma = 2 \text{ мКл/м}^2$ . В этом поле вдоль прямой, составляющей угол  $60^\circ$  с плоскостью, из точки **1** в точку **2**, расстояние  $l$  между которыми равно  $20 \text{ см}$ , перемещается точечный электрический заряд  $Q = 10 \text{ нКл}$ . Определить работу  $A$  сил поля по перемещению заряда.

**339.** Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии  $d = 1 \text{ см}$  друг от друга. На плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1 = 0,5 \text{ мКл/м}^2$  и  $\sigma_2 = 0,2 \text{ мКл/м}^2$ . Определить разность потенциалов между плоскостями.

**340.** На отрезке тонкого прямого проводника равномерно распределен заряд с линейной плотностью  $\lambda = 10 \text{ нКл/м}$ . Вычислить потенциал  $\varphi$ , создаваемый этим зарядом в точке, расположенной на оси проводника и удаленной от ближайшего конца отрезка на расстояние, равное длине этого отрезка.

**341.** Конденсатор с парафиновым диэлектриком ( $\epsilon = 2$ ) заряжен до разности потенциалов  $150 \text{ В}$ . Напряженность поля  $600 \text{ кВ/м}$ , площадь пластин  $6 \text{ см}^2$ . Определить емкость конденсатора и поверхностную плотность заряда на обкладках.

**342.** Вычислить емкость батареи, состоящей из трех конденсаторов емкостью по  $1 \text{ мкФ}$  каждый, при всех возможных случаях их соединений. В каком случае будет максимальна энергия, запасаемая батареей?

**343.** Заряд на каждом из двух последовательно соединенных конденсаторов емкостью  $18$  и  $10 \text{ пФ}$  равен  $0,09 \text{ нКл}$ . Определить напряжение: а) на батарее конденсаторов; б) на каждом конденсаторе.

**344.** Два конденсатора одинаковой емкости по  $3 \text{ мкФ}$  заряжены один до напряжения  $100 \text{ В}$ , а другой до  $200 \text{ В}$ . Определить напряжение между обкладками конденсаторов, если их соединить параллельно: а) одноименно; б) разноименно заряженными обкладками.

**345.** Плоский воздушный конденсатор заряжен до разности потенциалов  $300 \text{ В}$ . Площадь пластин  $2 \text{ см}^2$ , напряженность поля в зазоре между ними  $300 \text{ кВ/м}$ . Определить поверхностную плотность заряда на пластинах, емкость и энергию конденсатора.

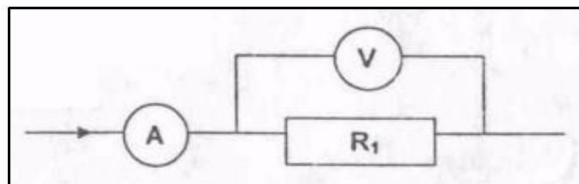
**346.** Площадь пластин плоского слюдяного конденсатора  $S = 2 \text{ см}^2$ , зазор между ними 3 мм. При разряде конденсатора выделилась энергия 1 мкДж. До какой разности потенциалов был заряжен конденсатор?

**347.** Энергия плоского воздушного конденсатора 0,4 нДж, напряжение на обкладках 600 В, площадь пластин 1 см<sup>2</sup>. Определить расстояние между обкладками и напряженность поля.

**348.** Расстояние между пластинами плоского воздушного конденсатора, присоединенного к источнику с ЭДС 12 В увеличивают от 1 до 2 см. Площадь пластин конденсатора 100 см<sup>2</sup>. Определить работу по раздвиганию пластин в случае, когда конденсатор перед раздвиганием пластин отключен от источника.

**349.** Три конденсатора емкостями 1, 2 и 3 мкФ соединены последовательно и присоединены к источнику напряжения с разностью потенциалов 220 В. Каковы заряд и напряжение на каждом конденсаторе?

**350.** Конденсатор состоит из двух круглых пластин радиусом 10 см, разделенных, диэлектриком (  $\epsilon = 7$  )

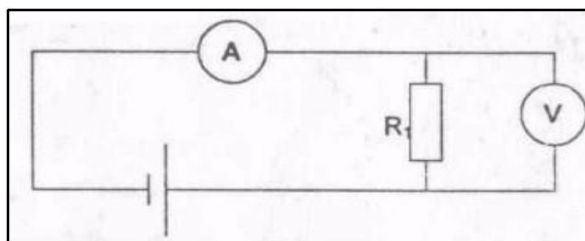


толщиной 0,5 мм, разность потенциалов между обкладками 120 В. Определить заряд на пластинах и энергию конденсатора

**351.** Определить сопротивление  $R_V$  (рис. 5) если амперметр показывает ток 5 А, а вольтметр – напряжение  $U = 100 \text{ В}$ . Внутреннее сопротивление вольтметра  $R_v = 2500 \text{ Ом}$ . Какова ошибка в определении  $R_1$ , если в расчетах пренебречь током, текущим через вольтметр.

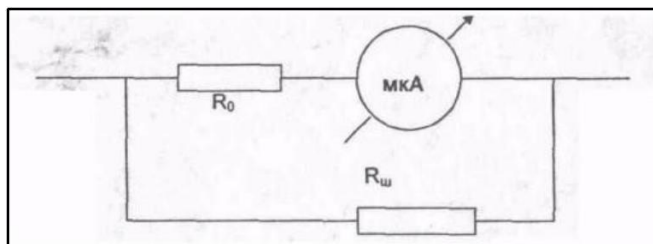
**352.**

**353.** В электрической цепи, изображенной на рис. 6, амперметр показывает ток  $I = 0,05 \text{ А}$ , а вольтметр – напряжение  $U = 20 \text{ В}$ . Определить сопротивление  $R_V$  вольтметра, если  $R_1 = 1000 \text{ Ом}$ .



**355.**

**356.** Микроамперметр имеет сопротивление  $R_0 = 200 \text{ Ом}$ , и при силе тока  $I = 100 \text{ мкА}$  стрелка отклоняется на всю шкалу. Шунт, какого сопротивления  $R_{ш}$  надо к нему подключить, чтобы его можно было использовать как миллиамперметр для



измерения силы тока до 10 мА? Схема подключения шунта приведена на рис. 7.

**357.** Отклонение стрелки вольтметра до конца шкалы соответствует

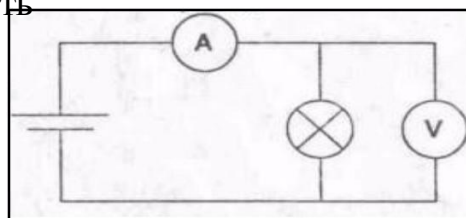
напряжению  $U_1 = 15$  В. Ток, текущий при этом через вольтметр,  $I_1 = 7,5$  мА. Определить ток  $I_2$ , текущий через вольтметр, когда вольтметр показывает напряжение  $U_2 = 5$  В, и внутреннее сопротивление вольтметра.

**358.** Вольтметр рассчитан на измерение максимального напряжения  $U_0 = 100$  В. При этом через вольтметр идет ток  $I_0 = 10$  мА. Какое дополнительное сопротивление  $R_d$  нужно последовательно присоединить к вольтметру, чтобы им можно было измерять напряжение  $U_2 = 150$  В?

**359.** К источнику тока с внутренним сопротивлением  $r = 1$  Ом подключаются два одинаковых сопротивления по  $R = 0,5$  Ом. Один раз сопротивления подключаются последовательно друг с другом, другой раз – параллельно. Найти отношение мощностей, выделяющихся во внешней среде в первом и во втором случаях.

**360.**

**361.** Определить ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутреннее сопротивление  $r$  источника тока, если во внешней цепи при силе тока  $I_1 = 4$  А развивается мощность  $P_1 = 10$  Вт, а при силе тока  $I_2 = 2$  А мощность  $P_2 = 8$  Вт.



**362.** Сопротивление одного из последовательно включенных проводников в  $n$  раз больше другого. Во сколько раз изменится сила тока в цепи

(напряжение постоянно), если эти проводники включить параллельно?

**363.** Определить сопротивление  $R_n$  нити лампочки по показаниям вольтметра ( $U = 50$  В) и амперметра ( $I = 0,5$  А), включенные по приведенной ниже схеме (рис. 8). Сопротивление вольтметра  $R_v = 40$  кОм.

**364.** В сеть с напряжением  $U = 120$  В включены три электрические лампы, сопротивлением по  $R_0 = 240$  Ом каждая. Какой ток  $I$  пойдет через каждую лампу при параллельном, последовательном и двух вариантах смешанного их соединения?

**365.** Батареи имеют э.д.с.  $\mathcal{E}_1 = 2$  В и  $\mathcal{E}_2 = 4$  В, сопротивление  $R_1 = 0,5$  Ом (рис. 9). Падение потенциала на сопротивлении  $R_2$  равно  $U_2 = 1$  В (ток через  $R_2$  направлен справа налево). Найти показание амперметра.

**366.** Батареи имеют э.д.с.  $\mathcal{E}_1 = 2$  В и  $\mathcal{E}_2 = 3$  В, сопротивление  $R_3 = 1,5$  кОм, сопротивление амперметра  $R_A = 0,5$  кОм (рис. 10). Падение потенциала на сопротивлении  $R_2$  равно  $U_2 = 1$  В (ток через  $R_2$  направлен сверху вниз). Найти показание амперметра.

**367.** Батареи имеют э.д.с.  $\mathcal{E}_1 = 2$  В,  $\mathcal{E}_2 = 4$  В и  $\mathcal{E}_3 = 6$  В, сопротивления  $R_1 = 4$  Ом,  $R_2 = 6$  Ом и  $R_3 = 8$  Ом (рис. 11). Найти токи  $I$  во всех участках цепи.

- 368.** В схеме, изображенной на рис. 11, токи  $I_1$  и  $I_3$  направлены справа налево, ток  $I_2$  – сверху вниз. Падение потенциала на сопротивлениях  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$  равны  $U_1=U_3=2U_2=10$  В. Найти э.д.с.  $\mathcal{E}_2$  и  $\mathcal{E}_3$ , если  $\mathcal{E}_1=25$  В.
- 369.** Батареи имеют э.д.с.  $\mathcal{E}_1=\mathcal{E}_2=\mathcal{E}_3=100$  В, сопротивления  $R_1=20$  Ом,  $R_2=10$  Ом,  $R_3=40$  Ом и  $R_4=30$  Ом (рис. 12). Найти показание амперметра.
- 370.** Батареи имеют э.д.с.  $\mathcal{E}_1=\mathcal{E}_2=\mathcal{E}_3$ , сопротивления  $R_1=R_3=20$  Ом,  $R_2=15$  Ом и  $R_4=30$  Ом. Через амперметр течет ток  $I=1,5$  А, направленный снизу вверх (рис. 13). Найти э.д.с.  $\mathcal{E}_1$  и  $\mathcal{E}_2$ , а также токи  $I_2$  и  $I_3$ , текущие через сопротивления  $R_2$  и  $R_3$ .
- 371.** Два одинаковых элемента имеют э.д.с.  $\mathcal{E}_1=\mathcal{E}_2=\mathcal{E}$  и внутренние сопротивления  $r_1=r_2=r$ ,  $\mathcal{E}=2$  В и  $r=0,5$  Ом (рис. 14). Найти токи  $I_1$  и  $I_2$ , текущие через сопротивления  $R_1=0,5$  Ом и  $R_2=1,5$  Ом, а также ток  $I$  через элемент с э.д.с.  $\mathcal{E}_1$ .
- 372.** Элементы имеют э.д.с.  $\mathcal{E}_1=\mathcal{E}_2=\mathcal{E}_3=1,5$  В и внутренние сопротивления  $r_1=r_2=r_3=r$ ,  $r=0,5$  Ом, сопротивления  $R_1=R_2=2$  Ом и  $R_3=1$  Ом, сопротивление амперметра  $R_A=3$  Ом (рис. 15). Найти показание амперметра.
- 373.** Три источника тока с э.д.с.  $\mathcal{E}_1=11$  В,  $\mathcal{E}_2=4$  В и  $\mathcal{E}_3=6$  В и три реостата с сопротивлениями  $R_1=5$  Ом,  $R_2=10$  Ом и  $R_3=2$  Ом соединены, как показано на рисунке (рис. 16). Определить силы токов  $I$  в реостатах. Внутренние сопротивления источников тока пренебрежимо малы.
- 374.** Определить силу тока  $I_3$  в резисторе сопротивлением  $R_3$  и напряжение  $U_3$  на концах резистора, если  $\mathcal{E}_1=4$  В,  $\mathcal{E}_2=3$  В,  $R_1=2$  Ом,  $R_2=6$  Ом,  $R_3=1$  Ом. Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь (рис. 17).
- 375.** Сила тока в проводнике сопротивлением  $R=10$  Ом равномерно убывает от  $I_0=3$  А до  $I=0$  за 30 с. Определить выделившееся за это время в проводнике количество теплоты.
- 376.** Сила тока в проводнике сопротивлением  $R=10$  Ом равномерно убывает от  $I_0=0$  до  $I_{\max}=5$  А за время  $t=15$  с. Определить выделившееся за это время в проводнике количество теплоты.
- 377.** Сила тока в проводнике равномерно увеличивается от  $I_0=0$  до некоторого максимального значения в течение времени  $t=10$  с. За это время в проводнике выделилось количество теплоты  $Q=1$  кДж. Определить скорость нарастания тока в проводнике, если сопротивление  $R$  его равно 3 Ом.
- 378.** Обмотка электрического кипятильника имеет две секции. Если включена только первая секция, то вода закипает через  $t_1=15$  мин, если только вторая, то через  $t_2=30$  мин. Через сколько минут закипит вода, если обе секции включить последовательно.
- 379.** Обмотка электрического кипятильника имеет две секции. Если включена только первая секция, то вода закипает через  $t_1=15$  мин, если

только вторая, то через  $t_2 = 30$  мин. Через сколько минут закипит вода, если обе секции включить параллельно.

**380.** Температура водяного термостата объемом  $V=1$  л поддерживается постоянной при помощи нагревателя мощностью  $P=26$  Вт. На нагревание воды тратится 80 % этой мощности. На сколько понизится температура воды в термостате за время  $\Delta t = 10$  мин, если нагреватель выключить?

**381.** Какую мощность  $P$  потребляет нагреватель электрического чайника, если объем  $V=1$  л воды закипает через время  $\Delta t = 5$  мин? Каково сопротивление  $R$  нагревателя, если напряжение в сети  $U=120$  В? Начальная температура воды  $t_0 = 13,5$  °С.

**382.** На плитке мощностью  $P=0,5$  кВт стоит чайник, в который налит объем  $V=1$  л воды при  $t_0 = 16$  °С. Вода в чайнике закипела через время  $\Delta t = 20$  мин после включения плитки. Какое количество теплоты  $Q$  потеряно при этом на нагревание самого чайника, на излучение и т.д.?

**383.** Объем  $V=4,5$  л воды можно вскипятить, затратив электрическую энергию  $W=0,5$  кВт·ч. Начальная температура воды  $t_0 = 23$  °С. Найти КПД нагревателя.

**384.** Сила тока в проводнике равномерно нарастает от  $I_0=0$  до  $I_{\max}=10$  А в течение времени  $\Delta t = 30$  с. Определить сопротивление  $R$  проводника, если за это время в проводнике выделяется количество теплоты  $Q = 100$  кДж.

**401.** По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам, расстояние между которыми  $d = 15$  см, в одном направлении текут токи  $I_1 = 4$  и  $I_2 = 6$  А. Определить кратчайшее расстояние  $r$  от проводника с меньшим током до прямой, во всех точках в которой, напряженность магнитного поля равна нулю.

**402.** По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам текут токи  $I_1 = 5$  и  $I_2 = 10$  А в одном направлении. Геометрическое место точек, в котором индукция магнитного поля равна нулю, находится на расстоянии  $d = 10$  см от проводника с меньшим током. Определить расстояние  $r$  между проводниками.

**403.** По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам текут токи  $I_1 = 2$  и  $I_2 = 5$  А в одном направлении. Расстояние между проводами  $d = 5$  см. Определить величину индукции магнитного поля  $B$  на половине расстояния между проводами.

**404.** По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам текут токи  $I_1 = 5$  и  $I_2 = 3$  А в разных направлениях. Расстояние между проводами  $d = 8$  см. Определить напряженность магнитного поля  $H$  на расстояниях  $r_1 = 3$  и  $r_2 = 5$  см от первого и второго проводов соответственно.

**405.** По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам текут токи  $I_1 = 5$  и  $I_2 = 1$  А в разных направлениях.

Расстояние между проводами  $d = 2$  см. Определить индукцию магнитного поля  $B$  в точке находящейся на расстоянии  $r_1 = 1$  см и  $r_2 = 3$  см от первого и второго провода соответственно.

**406.** По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам текут токи в одном направлении. Сила тока в первом проводе  $I_1 = 1$  А, расстояние между проводами – 10 см. В точке, лежащей между проводами на расстоянии  $d = 3$  см от первого провода напряженность поля равна нулю. Найти силу тока  $I_2$  во втором проводе.

**407.** По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам текут токи  $I_1 = 5$  А и  $I_2 = 10$  А в одном направлении. Определить напряженность магнитного  $H$  поля на прямой, находящейся на расстояниях  $r_1 = 20$  и  $r_2 = 15$  см от первого и второго проводов соответственно. Расстояние между проводами  $d = 25$  см.

**408.** По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам текут токи  $I_1 = 1$  А и  $I_2 = 10$  А в разных направлениях. Расстояние между проводами  $d = 5$  см. Найти напряженность поля  $H$  на прямой, находящейся на расстоянии  $r_1 = 5$  см и  $r_2 = 8$  см от первого и второго проводов соответственно.

**409.** По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам текут токи  $I_1 = 2$  А и  $I_2 = 1$  А в одном направлении. Расстояние между проводами  $d = 3$  см. Найти напряженность поля  $H$  на прямой, находящейся на расстоянии  $r = 4$  см от проводов.

**410.** По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводниками, расстояние между которыми  $d = 15$  см, текут токи  $I_1 = 70$  А и  $I_2 = 50$  А в противоположных направлениях. Определить магнитную индукцию  $B$  в точке, удаленной от первого на  $r_1 = 20$  см и от второго на  $r_2 = 30$  см.

**411.** Между полюсами магнита на двух тонких нитях подвешен горизонтально линейный проводник массой 1 г и длиной  $l = 10$  см. Определить напряженность однородного магнитного поля  $H$ , если проводник под действием поля отклонился на угол  $\alpha = 30^\circ$  при пропускании по нему тока  $I = 5$  А.

**412.** Между полюсами магнита на двух тонких нитях подвешен горизонтально линейный проводник массой 10 г и длиной  $l = 0,2$  м. Напряженность однородного магнитного поля  $H = 200$  кА/м и направлена вертикально. На какой угол  $\alpha$  отклонится проводник, если по нему пропустить ток  $I = 2$  А?

**413.** Шины генератора представляют собой две параллельные медные полосы длиной  $l = 2$  м каждая, отстоящие друг от друга на расстоянии  $d = 20$  см. Определить силу  $F$  взаимного отталкивания шин в случае короткого замыкания, когда по ним течет ток  $I_{кз} = 10$  кА.

**414.** Определить силу взаимодействия, приходящуюся на единицу длины проводов воздушной линии электропередачи, если ток в линии  $I$

= 500 А, а расстояние между проводами  $r = 50$  см.

**415.** По прямолинейным длинным параллельным проводникам, находящимся на расстоянии  $d_1 = 2$  см друг от друга, в одном направлении текут токи по  $I = 1$  А. Какую работу на единицу длины проводников нужно совершить, чтобы раздвинуть их до расстояния  $d_2 = 4$  см?

**416.** Два бесконечных прямолинейных параллельных проводника с одинаковыми токами, текущими в одном направлении, находятся друг от друга на расстоянии  $a$ . Чтобы их раздвинуть до расстояния  $2a$ , на каждый сантиметр длины проводника затрачивается работа  $A = 138$  нДж. Определить силу тока в проводниках.

**417.** Два прямолинейных длинных параллельных проводника находятся на расстоянии  $d_1 = 10$  см друг от друга. По проводникам в одном направлении текут токи  $I_1 = 20$  А и  $I_2 = 30$  А. Какую работу  $A$  надо совершить (на единицу длины проводников), чтобы раздвинуть эти проводники до расстояния  $d_2 = 20$  см.

**418.** По двум параллельным прямым проводам длиной  $l = 2,5$  м каждый, находящимся на расстоянии  $d = 20$  см друг от друга, текут одинаковые токи силой  $I = 1$  кА. Вычислить силу взаимодействия токов.

**419.** По двум параллельным проводам длиной  $l = 1$  м каждый текут токи одинаковой силы. Расстояние  $d$  между проводами равно 1 см. Токи взаимодействуют с силой  $F = 1$  мН. Найти силу тока  $I$  в проводах.

**420.** По прямому горизонтально расположенному проводу пропускают ток  $I_1 = 10$  А. Под ним на расстоянии  $d = 1,5$  см находится параллельный ему алюминиевый провод, по которому пропускают ток  $I_2 = 1,5$  А. Определить, какой должна быть площадь поперечного сечения алюминиевого провода, чтобы он удерживался незакрепленным. Плотность алюминия  $\rho = 2,7$  г/см<sup>3</sup>.

**421.** Определить силу Лоренца  $F$ , действующую на электрон, влетевший со скоростью  $v = 500$  км/с в однородное магнитное поле под углом  $\alpha = 30^\circ$  к линиям индукции. Индукция магнитного поля  $B = 0,5$  Тл.

**422.** Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле напряженностью  $H = 10$  кА/м. Вычислить период  $T$  вращения электрона.

**423.** Определить частоту вращения электрона по круговой орбите в магнитном поле, индукция которого  $B = 0,2$  Тл.

**424.** Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл перпендикулярно линиям напряженности. Найти силу  $F$ , действующую на электрон со стороны поля, если радиус кривизны траектории  $R = 0,5$  см.

**425.** Электрон движется в однородном магнитном поле напряженностью  $H = 4$  кА/м со скоростью  $v = 10$  Мм/с. Вектор скорости направлен перпендикулярно линиям напряженности. Найти

силу  $F$ , с которой поле действует на электрон, и радиус  $R$  окружности, по которой он движется.

**426.** Заряженная частица, обладающая скоростью  $v = 2 \cdot 10^7$  м/с, влетела в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,52$  Тл. Найти отношение  $Q/m$  заряда частицы к ее массе, если частица в поле описала дугу окружности радиусом  $R = 4$  см. По этому отношению определить какая это частица.

**427.** Электрон движется в магнитном поле с индукцией  $B = 0,02$  Тл по окружности радиусом  $R = 1$  см. Определить кинетическую энергию электрона.

**428.**  $\alpha$ -частица движется в однородном магнитном поле напряженностью  $H = 100$  кА/м по окружности радиусом  $R = 10$  см. Определить скорость  $v$  частицы.

**429.** Вычислить радиус  $R$  дуги окружности, которую описывает протон в магнитном поле с индукцией  $B = 15$  мТл, если скорость протона равна 800 км/с.

**430.** Определить силу Лоренца  $F$ , действующую на электрон, влетевший со скоростью  $v = 500$  км/с в однородное магнитное поле под углом  $\alpha = 30^\circ$  к линиям индукции. Индукция магнитного поля  $B = 0,5$  Тл.

**431.** Две длинные катушки намотаны на общий сердечник, причем индуктивности этих катушек  $L_1 = 0,64$  и  $L_2 = 0,04$  Гн. Определить, во сколько раз число витков в первой катушке больше, чем во второй.

**432.** Катушка длиной  $l = 50$  см и диаметром  $d = 5$  см содержит  $N = 200$  витков. По катушке течет ток  $I = 1$  А. Определить индуктивность катушки и магнитный поток, пронизывающий ее площадь поперечного сечения.

**433.** Длинный соленоид индуктивностью  $L = 4$  мГн содержит  $N = 600$  витков. Площадь поперечного сечения соленоида  $S = 20$  см<sup>2</sup>. Определить магнитную индукцию поля внутри соленоида, если сила тока, протекающего по его обмотке, равна 6 А.

**434.** Сколько витков проволоки диаметром  $d = 0,6$  мм имеет однослойная обмотка катушки, индуктивность которой  $L = 1$  мГн и диаметр  $D = 4$  см? Витки плотно прилегают друг к другу.

**435.** Катушка длиной  $l = 20$  см имеет  $N = 400$  витков. Площадь поперечного сечения катушки  $S = 9$  см<sup>2</sup>. Найти индуктивность  $L_1$  катушки. Какова будет индуктивность  $L_2$  катушки, если внутрь катушки введен железный сердечник? Магнитная проницаемость материала сердечника  $\mu = 400$ .

**436.** На картонный каркас длиной  $l = 50$  см и площадью  $S$  сечения, равной 4 см<sup>2</sup>, намотан в один слой провод диаметром  $d = 0,2$  мм так, что витки плотно прилегают друг к другу (толщиной изоляции пренебречь). Вычислить индуктивность  $L$  получившегося соленоида.

**437.** Индуктивность  $L$  соленоида длиной  $l = 1$  м, намотанного в один

слой на немагнитный каркас, равна  $1,6 \text{ мГн}$ . Площадь  $S$  сечения соленоида равна  $20 \text{ см}^2$ . Определить число  $n$  витков на каждом сантиметре длины соленоида.

**438.** Обмотка соленоида состоит из  $N$  витков медной проволоки, поперечное сечение которой  $S = 1 \text{ мм}^2$ . Длина соленоида  $l = 25 \text{ см}$ ; его сопротивление  $R = 0,2 \text{ Ом}$ . Найти индуктивность  $L$  соленоида.

**439.** Имеется соленоид с железным сердечником длиной  $l = 50 \text{ см}$ , площадью поперечного сечения  $S = 10 \text{ см}^2$  и числом витков  $N = 1000$ . Найти индуктивность  $L$  этого соленоида, если по обмотке соленоида течёт ток  $I = 0,2 \text{ А}$ ?

**440.** Катушка длиной  $l = 50 \text{ см}$  и диаметром  $d = 5 \text{ см}$  содержит  $N = 200$  витков. По катушке течёт ток  $I = 1 \text{ А}$ . Определить индуктивность катушки и магнитный поток, пронизывающий площадь её поперечного сечения.

**441.** Определить магнитный поток сквозь площадь поперечного сечения катушки (без сердечника), с плотностью намотки  $n = 8$  витков/см. Радиус соленоида  $r = 2 \text{ см}$ , сила тока  $I = 2 \text{ А}$ .

**442.** В однородное магнитное поле напряженностью  $H = 100 \text{ кА/м}$  помещена квадратная рамка со стороной  $a = 10 \text{ см}$ . Плоскость рамки составляет с направлением магнитного поля угол  $60^\circ$ . Определить магнитный поток, пронизывающий рамку.

**443.** Прямой провод, длиной  $l = 20 \text{ см}$  с током  $I = 5 \text{ А}$ , находящийся в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,1 \text{ Тл}$ , расположен перпендикулярно силовым линиям магнитного поля. Определить работу сил поля, под действием которых проводник переместился на  $2 \text{ см}$ .

**444.** Квадратный проводящий контур со стороной  $a = 20 \text{ см}$  и током  $I = 10 \text{ А}$  свободно подвешен в однородном магнитном поле с магнитной индукцией  $B = 0,2 \text{ Тл}$ . Определить работу, которую необходимо совершить, чтобы повернуть контур на  $90^\circ$  вокруг оси, перпендикулярной направлению магнитного поля.

**445.** В однородном магнитном поле с магнитной индукцией  $B = 0,5 \text{ Тл}$  находится квадратный проводящий контур со стороной  $a = 10 \text{ см}$  и током  $I = 10 \text{ А}$ . Плоскость квадрата составляет с направлением поля угол  $30^\circ$ . Определить работу удаления контура за пределы поля.

**446.** Круговой проводящий контур радиусом  $r = 5 \text{ см}$  и током  $I = 1 \text{ А}$  находится в магнитном поле, причем плоскость контура перпендикулярна направлению поля. Напряженность поля  $H = 10 \text{ кА/м}$ . Определить работу, которую необходимо совершить, чтобы повернуть контур на  $90^\circ$  вокруг оси, совпадающей с диаметром контура.

**447.** На длинный картонный каркас, диаметром  $D = 5 \text{ см}$  уложена однослойная обмотка (виток к витку) из проволоки диаметром  $d = 0,2 \text{ мм}$ . Определить магнитный поток, создаваемый таким соленоидом при силе тока  $I = 1 \text{ А}$ .

**448.** Виток, в котором поддерживается постоянная сила тока  $I = 50 \text{ А}$ ,

свободно установился в однородном магнитном поле индукцией  $B = 20$  мТл. Диаметр витка  $d = 10$  см. Какую работу  $A$  нужно совершить для того, чтобы повернуть виток относительно оси, совпадающей с диаметром на угол  $\alpha = 60^\circ$ ?

**449.** Плоский контур с током  $I = 10$  А расположен в однородном магнитном поле ( $B = 2$  Тл) так, что нормаль к контуру перпендикулярна линиям магнитной индукции. Определить работу, совершаемую силами поля при медленном повороте контура около оси, лежащей в плоскости контура, на угол  $\alpha = 30^\circ$ .

**450.** Плоский контур, площадь  $S$  которого равна  $25$  см<sup>2</sup>, находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,05$  Тл. Определить магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий контур, если плоскость его составляет угол  $30^\circ$  с линиями индукции.

**451.** Рамка площадью  $S = 400$  см<sup>2</sup> равномерно вращается с частотой  $50$  Гц относительно оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярно силовым линиям магнитного поля ( $B = 0,5$  Тл). Определить амплитудное значение ЭДС индукции, возникающее в рамке.

**452.** Магнитная индукция  $B$  поля между полюсами двухполюсного генератора равна  $0,5$  Тл. Ротор имеет  $N = 200$  витков площадью  $S = 400$  см<sup>2</sup>. Определить частоту вращения якоря, если максимальное значение ЭДС равно  $220$  В.

**453.** Короткая катушка, содержащая  $N = 100$  витков, равномерно вращается в однородном магнитном поле ( $B = 0,1$  Тл) с угловой скоростью  $\omega = 5$  рад/с относительно оси, совпадающей с диаметром катушки и перпендикулярной силовым линиям магнитного поля. Определить мгновенное значение ЭДС индукции для тех моментов времени, когда плоскость катушки составляет угол  $\alpha = 60^\circ$  с линиями индукции поля. Площадь катушки  $S = 100$  см<sup>2</sup>.

**454.** В однородном магнитном поле равномерно вращается прямоугольная рамка с частотой  $50$  Гц. Амплитуда индуцируемой ЭДС  $\mathcal{E} = 3$  В. Определить максимальный поток через рамку.

**455.** В однородном магнитном поле ( $B = 0,2$  Тл) равномерно вращается прямоугольная рамка, содержащая  $N = 200$  витков, плотно прилегающих друг к другу. Площадь рамки  $S = 100$  см<sup>2</sup>. Определить частоту вращения рамки, если максимальная ЭДС, индуцируемая в ней равна  $12,6$  В.

**456.** Магнитная индукция  $B$  поля между полюсами двухполюсного генератора равна  $1$  Тл. Ротор имеет  $140$  витков (площадь каждого витка  $S = 500$  см<sup>2</sup>). Определить частоту вращения якоря, если максимальное значение ЭДС индукции равно  $220$  В.

**457.** В однородном магнитном поле ( $B = 0,2$  Тл) равномерно с частотой  $20$  Гц вращается рамка, содержащая  $N = 500$  витков, плотно прилегающих друг к другу. Площадь рамки  $S = 100$  см<sup>2</sup>. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям магнитной индукции. Определить максимальную ЭДС, возникающую в рамке.

- 458.** В однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,4$  Тл помещена прямоугольная рамка с подвижной стороной, длина которой  $a = 30$  см. Определить ЭДС индукции, возникающей в рамке, если ее подвижная сторона перемещается перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью  $v = 10$  м/с.
- 459.** В магнитном поле, изменяющемся со временем по закону  $B = B_0 \cos \omega t$  ( $B_0 = 0,1$  Тл,  $\omega = 4$  рад/с), помещена квадратная рамка со стороной  $a = 20$  см, причем нормаль к рамке образует с направлением поля угол  $\varphi = 45^\circ$ . Определить ЭДС индукции, возникающую в рамке в момент времени  $t = 5$  сек.
- 460.** Соленоид диаметром  $d = 4$  см, имеющий  $N = 500$  витков, помещен в магнитное поле, индукция которого изменяется со временем со скоростью  $5$  мТл/с. Определить ЭДС индукции, возникающую в соленоиде, если ось соленоида составляет с вектором магнитной индукции угол  $\varphi = 60^\circ$ .
- 461.** Определить через сколько времени, сила тока замыкания достигнет  $0,95$  предельного значения, если источник тока замыкают на катушку сопротивлением  $R = 12$  Ом и индуктивностью  $L = 0,5$  Гн.
- 462.** Катушку индуктивностью  $L = 0,6$  Гн подключают к источнику тока. Определить сопротивление катушки, если за время  $t = 3$  с сила тока достигла  $80\%$  предельного значения.
- 463.** Источник тока замкнули на катушку сопротивлением  $R = 20$  Ом и индуктивностью  $L = 0,2$  Гн. Через какое время сила тока в цепи достигнет  $50\%$  от максимального значения?
- 464.** Проволочный виток радиусом  $r = 4$  см, имеющий сопротивление  $R = 0,01$  Ом, находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,04$  Тл. Плоскость рамки составляет угол  $\varphi = 30^\circ$  с линиями индукции поля. Какое количество электричества  $Q$  протечет по проводнику, если магнитное поле исчезнет?
- 465.** Проволочное кольцо радиусом  $r = 10$  см лежит на столе. Какое количество электричества  $Q$  протечет по кольцу, если его перевернуть с одной стороны на другую? Сопротивление  $R$  кольца равно  $0,05$  Ом. Вертикальная составляющая индукции  $B$  магнитного поля Земли равна  $50$  мкТл.
- 466.** Обмотка соленоида имеет сопротивление  $R = 10$  Ом. Какова его индуктивность, если при прохождении тока за  $0,05$  с в нем выделяется количество теплоты, эквивалентное энергии магнитного поля соленоида?
- 467.** Через катушку, индуктивность  $L$  которой равна  $200$  мГн, протекает ток, изменяющийся по закону  $I = 2 \cos 3t$ . Определить закон изменения ЭДС самоиндукции и максимальное значение ЭДС самоиндукции.
- 468.** Катушка имеет индуктивность  $L = 0,2$  Гн и сопротивление  $R = 1,64$  Ом. Во сколько раз уменьшится ток в катушке через время  $t = 0,05$  с после того, как ЭДС выключена и катушка замкнута накоротко?

- 469.** Электрическая лампочка, сопротивление которой в горячем состоянии  $R = 10$  Ом, подключается через дроссель к 12-вольтовому аккумулятору. Индуктивность дросселя  $L = 2$  Гн, сопротивление  $r = 1$  Ом. Через какое время  $t$  после включения лампочка загорится, если она начинает заметно светиться при напряжении на ней  $U = 6$  В?
- 470.** Соленоид содержит  $N = 1000$  витков. Площадь  $S$  сечения сердечника равна  $10 \text{ см}^2$ . По обмотке течёт ток, создающий поле с индукцией  $B = 1,5$  Тл. Найти среднюю ЭДС индукции, возникающей в соленоиде, если ток уменьшился до нуля за время  $t = 500$  мкс.
- 471.** На какой диапазон длин волн можно настроить колебательный контур, если его индуктивность  $L = 2 \text{ мГн}$ , а ёмкость может меняться от  $C_1 = 69$  пФ до  $C_2 = 533$  пФ?
- 472.** Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью  $C = 0,2$  мкФ и катушки с индуктивностью  $L = 5,07$  мГн. При каком логарифмическом декременте затухания  $\Theta$  разность потенциалов на обкладках конденсатора за время  $t = 1$  мс уменьшится в три раза? Каково при этом сопротивление  $R$  цепи?
- 473.** Индуктивность  $L$  колебательного контура равна  $0,5$  мГн. Какова должна быть ёмкость  $C$  контура, чтобы он резонировал на длину волны  $\lambda = 300$  нм?
- 474.** Катушка длиной  $l = 50$  см и площадью поперечного сечения  $S = 10 \text{ см}^2$  включена в цепь переменного тока частотой  $\nu = 50$  Гц. Число витков катушки  $N = 3000$ . Найти сопротивление  $R$  катушки. Если сдвиг фаз между напряжением и током  $\varphi = 60^\circ$ .
- 475.** Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью  $C = 2,22$  нФ и катушки длиной  $l = 20$  см из медной проволоки диаметром  $d = 0,5$  мм. Найти логарифмический декремент затухания колебаний.
- 476.** Колебательный контур содержит катушку индуктивности  $L = 25$  мГн, конденсатор ёмкостью  $C = 10$  мкФ и резистор сопротивлением  $R = 1$  Ом. Конденсатор заряжен количеством электричества  $Q_m = 1$  мКл. Определить период колебаний контура, логарифмический декремент затухания колебаний и уравнение зависимости изменения напряжения на обкладках конденсатора от времени.
- 477.** В цепь переменного тока частотой  $\nu = 50$  Гц включена катушка длиной  $l = 30$  см и площадью поперечного сечения  $S = 10 \text{ см}^2$ , содержащая  $N = 1000$  витков. Определить сопротивление  $R$  катушки, если сдвиг фаз между напряжением и током  $\varphi = 30^\circ$ .
- 478.** Колебательный контур содержит конденсатор ёмкостью  $C = 8$  пФ и катушку индуктивностью  $L = 0,5$  мГн. Каково максимальное напряжение  $U_{\max}$  на обкладках конденсатора, если максимальная сила тока  $I_{\max} = 4$  мА?
- 479.** Катушка индуктивностью  $L = 1$  мГн и воздушный конденсатор, состоящий из двух круглых пластин диаметром  $D = 20$  см каждая, соединены параллельно. Расстояние  $d$  между пластинами равно  $1$  см.

Определить период  $T$  колебаний.

Колебательный контур имеет индуктивность  $L = 1,6$  мГн, емкость  $C = 0,04$  мкФ и максимальное напряжение на зажимах  $U_{\max} = 200$  В. Чему равна максимальная сила тока  $I_{\max}$  в контуре? Сопротивление контур ничтожно мало.

## **5. Критерии оценки расчетно-графической работы и типовые ошибки при ее выполнении.**

Критерии оценки расчетно-графической работы:

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся в том случае, если все задачи решены, к задачам приведены пояснения;
- оценка «не зачтено» ставится в том случае, если какая-либо задача отсутствует или приведены недостаточные пояснения к решению задачи.

При выполнении расчетно-графической работы по физике часто встречаются следующие ошибки:

1. Не соблюдены правила оформления расчетно-графической работы.
2. Не выдержана структура расчетно-графической работы (отсутствует библиографический список, теоретическая часть к задаче и т. д.).
3. Не указаны единицы измерения полученных результатов.
4. В задаче отсутствуют выводы или содержимое выводов к задаче неконструктивны.
5. Отсутствие готовности обучающегося отвечать на теоретические вопросы, являющиеся основой для решения задачи.
6. Задание на расчетно-графическую работу выполнено не по своему варианту.

## **6. Рекомендуемая литература**

### Основная литература

1. Физика : учебник и практикум для вузов / В. А. Ильин, Е. Ю. Бахтина, Н. Б. Виноградова, П. И. Самойленко ; под редакцией В. А. Ильина. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 399 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6343-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560134>

2. Кравченко, Н. Ю. Физика : учебник и практикум для вузов / Н. Ю. Кравченко. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 322 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19224-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560805>

### Дополнительная литература

1. Бордовский, Г. А. Физика. Механика, термодинамика и электромагнетизм : учебное пособие для вузов / Г. А. Бордовский, Э. В. Бурсиан. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 242 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20167-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/557672>

Бордовский, Г. А. Физика. Оптика, квантовая, атомная и ядерная физика : учебник для вузов / Г. А. Бордовский, Э. В. Бурсиан. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 299 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05452-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/557674>

### **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для написания РГР**

| 1. Профессиональная база данных и информационно-справочные системы                                       | Информация о праве собственности (реквизиты договора)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ассоциация инженерного образования России<br><a href="http://www.ac-raee.ru/">http://www.ac-raee.ru/</a> | Совершенствование образования и инженерной деятельности во всех их проявлениях, относящихся к учебному, научному и технологическому направлениям, включая процессы преподавания, консультирования, исследования, разработки инженерных решений, включая нефтегазовую отрасль, трансфера технологий, оказания широкого спектра образовательных услуг, обеспечения связей с общественностью, производством, наукой и интеграции в международное научно-образовательное пространство.<br>свободный доступ |
| научная электронная библиотека Elibrary<br><a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>         | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

| 1. Профессиональная база данных и информационно-справочные системы                                                          | Информация о праве собственности (реквизиты договора)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                             | <p>российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 26 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов, из которых более 4800 журналов в открытом доступе свободный доступ</p>                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p>Федеральный портал «Российское образование» [Электронный ресурс] – <a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a></p> | <p>Федеральный портал «Российское образование» – уникальный интернет-ресурс в сфере образования и науки. Ежедневно публикует самые актуальные новости, анонсы событий, информационные материалы для широкого круга читателей. Еженедельно на портале размещаются эксклюзивные материалы, интервью с ведущими специалистами – педагогами, психологами, учеными, репортажи и аналитические статьи. Читатели получают доступ к нормативно-правовой базе сферы образования, они могут пользоваться самыми различными полезными сервисами – такими, как онлайн-тестирование, опросы по актуальным темам и т.д.</p> |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

---

**Кафедра Информационных технологий, электроэнергетики и систем  
управления**

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА**  
**по дисциплине «ФИЗИКА»**

---

Наименование темы

Выполнил: студент \_\_ курса  
заочного отделения  
по направлению

\_\_\_\_\_

Ф.И.О.

Научный руководитель:

\_\_\_\_\_

должность, звание

\_\_\_\_\_

Ф.И.О.

Оценка \_\_\_\_\_

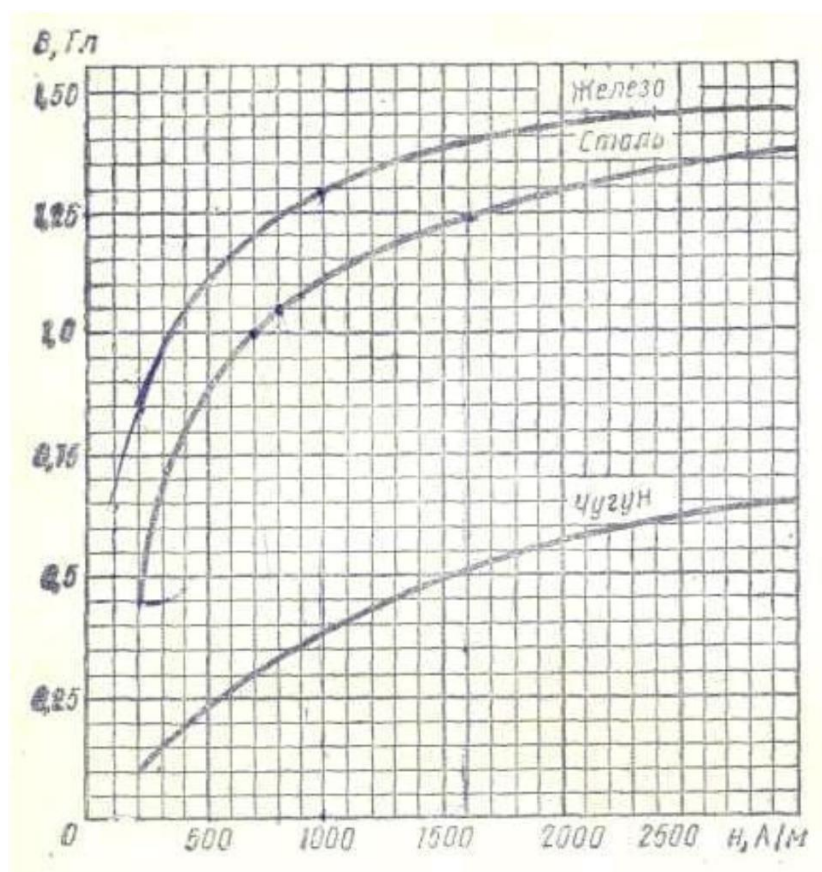
Дата «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022г.

Чебоксары 2022

# I. ТАБЛИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН Основные физические постоянные (округленные значения)

Таблица 1

|                              |              |                                                   |
|------------------------------|--------------|---------------------------------------------------|
| Ускорение свободного падения | $g$          | 9,81 м/с <sup>2</sup>                             |
| Гравитационная постоянная    | $G$          | 6,67 · 10 <sup>-11</sup> м <sup>2</sup> /(кг · с) |
| Постоянная Авогадро          | $N_A$        | 6,02 · 10 <sup>23</sup> моль <sup>-1</sup>        |
| Молярная газовая постоянная  | $R$          | 8,31 Дж/(моль · К)                                |
| Постоянная Больцмана         | $k$          | 1,38 · 10 <sup>-23</sup> Дж/К                     |
| Элементарный заряд           | $e$          | 1,60 · 10 <sup>-19</sup> Кл                       |
| Масса электрона              | $m_e$        | 9,11 · 10 <sup>-31</sup> кг                       |
| Удельный заряд электрона     | $e/m$        | 1,76 · 10 <sup>11</sup> Кл/кг                     |
| Постоянная Фарадея           | $F$          | 9,65 · 10 <sup>7</sup> Кл/моль                    |
| Скорость света в вакууме     | $c$          | 3,00 · 10 <sup>8</sup> м/с                        |
| Электрическая постоянная     | $\epsilon_0$ | 8,85 · 10 <sup>-12</sup> Ф/м                      |
| Магнитная постоянная         | $\mu_0$      | 4 · 10 <sup>-7</sup> Гн/м                         |
| Электрон-вольт               | $\text{эВ}$  | 1,60 · 10 <sup>-19</sup> Дж                       |



Связь между магнитной индукцией  $B$  поля в ферромагнетике и напряженностью  $H$  намагничивающего поля

Таблица 2

Диэлектрическая проницаемость  $\epsilon$ 

|                          |     |         |     |
|--------------------------|-----|---------|-----|
| Вода                     | 81  | Воск    | 7,8 |
| Масло (трансформаторное) | 2,2 | Керосин | 2,0 |
| Парафин                  | 2,0 | Масло   | 5,0 |
| Слюда                    | 7,0 | Фарфор  | 5,0 |
| Стекло                   | 7,0 | Эбонит  | 3,0 |

## Удельное электрическое сопротивление

| Таблица<br>3 Вещество | $\rho$ , $10^{-6}$<br>Ом/м | Вещество | $\rho$ , $10^{-6}$<br>Ом/м |
|-----------------------|----------------------------|----------|----------------------------|
| Алюминий              | 0,026                      | Нихром   | 100                        |
| Графит                | 0,039                      | Ртуть    | 0,94                       |
| Медь                  | 0,017                      | Свинец   | 0,22                       |
| Железо                | 0,098                      | Сталь    | 0,1                        |

## II. НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЕДИНИЦАХ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Таблица 4

**Основные и производные  
единицы электрических и магнитных  
величин в СИ**

| Величина                                      | Единица                                                           |                          |                     |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|
|                                               | определение                                                       | наименование             | обозначение         |
| Электрический заряд                           | $Q = I \cdot \Delta t$                                            | кулон                    | Кл                  |
| Линейная плотность электрического заряда      | $\rho_l = Q/l$                                                    | кулон на метр            | Кл/м                |
| Поверхностная плотность электрического заряда | $\rho_s = Q/S$                                                    | кулон на метр в квадрате | Кл/м <sup>2</sup>   |
| Объемная плотность электрического заряда      | $\rho_v = Q/V$                                                    | кулон на метр в кубе     | Кл/м <sup>3</sup>   |
| Напряженность электрического поля             | $E = U/d$                                                         | вольт на метр            | В/м                 |
| Электрический момент диполя                   | $P = Q \cdot l$                                                   | кулон · метр             | Кл · м              |
| Потенциал электрического поля                 | $\phi = \int_0^l E \cdot dl$<br>$\psi = D \cdot A$<br>$S \cdot P$ | вольт                    | В                   |
| Электрическое смещение                        | $C = Q/U$                                                         | кулон на квадратный метр | Кл/м <sup>2</sup>   |
| Поток электрической напряженности             | $I$                                                               | кулон · метр в квадрате  | Кл · м <sup>2</sup> |
| Поток электрического смещения                 | $j = I/S$                                                         | кулон                    | Кл                  |
| Поляризованность                              | $R = U/I$                                                         | кулон на квадратный метр | Кл/м                |
| Электрическая емкость                         | $I$                                                               | фарад                    | <sup>2</sup> Ф      |
| <b>Сила тока</b>                              | $\rho = R \cdot S/l$                                              | ампер                    | А                   |
| Плотность электрического тока                 | $G = I/R$                                                         | ампер на квадратный метр | А/м <sup>2</sup>    |
| Электрическое сопротивление                   | $\rho = l/\square$<br>$U = A/Q$                                   | ом                       | Ом                  |

|                                                                                                                         |                                                                                    |                                                         |                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Удельное электрическое сопротивление<br>Электрическая проводимость<br>Удельная электрическая проводимость<br>Напряжение | $\square = A_{cm}/Q$<br>$b = \langle v \rangle / E$<br>$B = M_{max} / (I \cdot S)$ | ом·метр<br>сименс<br>сименс на метр<br>вольт            | Ом·м<br>См<br>См/м<br>В        |
| ЭДС (электродвижущая сила)                                                                                              |                                                                                    | вольт                                                   | В                              |
| Подвижность ионов                                                                                                       |                                                                                    |                                                         | м <sup>2</sup> /(В·с)          |
| Магнитная индукция                                                                                                      |                                                                                    | тесла                                                   | Тл                             |
| Напряженность магнитного поля<br>Намагниченность<br>Магнитный момент                                                    | $H =$<br>$B / \mu_0 \mu J$<br>$P = I \cdot S$                                      | ампер на метр<br>ампер на метр<br>ампер·метр в квадрате | А/м<br>А/м<br>А·м <sup>2</sup> |
| Магнитный поток                                                                                                         | $\Phi = B \cdot \Delta S$                                                          | вебер                                                   | Вб                             |
| Потокосцепление                                                                                                         | $\Psi = N \cdot \Phi$                                                              | вебер                                                   | Вб                             |
| Индуктивность                                                                                                           | $L = \Phi / I$                                                                     | генри                                                   | Гн                             |

Таблица 5  
Коэффициенты перевода внесистемных единиц в единицы СИ

| Величина                             | Название | Обозначение           | Связь с единицами СИ                            |
|--------------------------------------|----------|-----------------------|-------------------------------------------------|
| Электрический момент диполя          | дебай    | D                     | 1D = 3,34 · 10 <sup>-30</sup> Кл·м              |
| Удельное электрическое сопротивление |          | Ом·мм <sup>2</sup> /м | 1 Ом·мм <sup>2</sup> /м = 10 <sup>-6</sup> Ом·м |
| Магнитная индукция                   | гаусс    | Гс                    | 1 Гс = 10 <sup>-4</sup> Тл                      |
| Магнитный поток                      | максвелл | Мк                    | 1 Мкс = 10 <sup>-8</sup> Вб                     |
| Напряженность магнитного поля        | эрстед   | Э                     | 1Э = 10 <sup>3</sup> / $\square$ = 79,6 А/м     |

Таблица 6

| Приставка    |             | Множитель         | Приставка    |             | Множитель        |
|--------------|-------------|-------------------|--------------|-------------|------------------|
| Наименование | Обозначение |                   | Наименование | Обозначение |                  |
| атто         | а           | 10 <sup>-18</sup> | дека         | да          | 10 <sup>1</sup>  |
| фемто        | ф           | 10 <sup>-15</sup> | гекто        | г           | 10 <sup>2</sup>  |
| пико         | п           | 10 <sup>-12</sup> | кило         | к           | 10 <sup>3</sup>  |
| нано         | н           | 10 <sup>-9</sup>  | мега         | М           | 10 <sup>6</sup>  |
| микро        | мк          | 10 <sup>-6</sup>  | гига         | Г           | 10 <sup>9</sup>  |
| милли        | м           | 10 <sup>-3</sup>  | тера         | Т           | 10 <sup>12</sup> |
| санتي        | с           | 10 <sup>-2</sup>  | пета         | П           | 10 <sup>15</sup> |
| деци         | д           | 10 <sup>-1</sup>  | экса         | Э           | 10 <sup>18</sup> |