

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Агафонов Александр Викторович  
Должность: директор филиала  
Дата подписания: 19.06.2026 11:13:18  
Уникальный программный ключ:  
7559477a8ac7066c3d11640c411406d3145006

**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 рекомендации по подготовке и защите  
расчетно-графической работы №2 по дисциплине**

**Физика**

(наименование дисциплины)

Направление  
подготовки

**21.03.01 Нефтегазовое дело**

(код и наименование направления подготовки)

Направленность  
(профиль)  
образовательной  
программы

**Эксплуатация и обслуживание объектов  
транспорта и хранения нефти, газа и продуктов  
переработки**

(наименование профиля подготовки)

Квалификация  
выпускника

**бакалавр**

Форма обучения

**очная, очно-заочная**

Чебоксары, 2022

Методические указания разработаны в соответствии с:

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с:

- Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» и уровню высшего образования бакалавриат, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 96 от 09 февраля 2018 года, зарегистрированный в Минюсте 02 марта 2018 года, рег. номер 50225;

- учебным планом (очной, очно-заочной формам обучения) по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»;

- рабочей программой дисциплины «Физика».

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

Методические указания одобрены на заседании кафедры информационных технологий, электроэнергетики и систем управления (протокол № 11 от 14.05.2022 г.)

В Методических рекомендациях изложены методология и методика подготовки расчетно-графических работ, а также требования к их оформлению; кроме того, определены основные обязанности кафедры транспортно-энергетических систем и научных руководителей по руководству, даны рекомендации студентам по их защите.

Методические рекомендации предназначены для руководителей расчетно-графических работ, а также для студентов всех форм обучения обучающихся по направлению по направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» в Чебоксарском институте (филиале) Московского политехнического университета.

## 1. Порядок выбора и утверждения темы расчетно-графической работы

Тема расчетно-графической работы определяется студентом совместно с преподавателем на основании перечня направлений научно-исследовательской деятельности, ежегодно утверждаемых кафедрами, и затем формулируется им в первоначальной редакции.

## 2. Структура и содержание расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа должен отвечать следующим требованиям к структуре:

- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованной литературы.

Во введении обсуждается постановка задачи, выбор и обоснование начальных условий. В основной части приводятся все произведенные расчеты. В заключении анализируются и обсуждаются полученные результаты.

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

### **3. Порядок оформления расчетно-графической работы**

Расчетно-графическая работа выполняется на компьютере на стандартных листах А4. Текст печатается на одной стороне листа. На странице должно **располагаться 28-30 строк, каждая из которых содержит 60-65 знаков, включая пробелы.**

**Междустрочный интервал – 1,5, шрифт текста – 14 (Times New Roman), в таблицах - 12, в подстрочных сносках -10.** Текст печатается строчными буквами (кроме заглавных), выравнивается по ширине с использованием переносов слов. На титульном листе надпись: расчетно-графическая работа печатается 18 шрифтом. Подчеркивание слов и выделение их курсивом внутри самой работы не допускается. Однако заголовки и подзаголовки при печатании текста письменной работы выделяются полужирным шрифтом. Абзацный отступ должен **соответствовать 1,25 см** и быть одинаковым по всей работе.

Ориентировочный объем расчетно-графической работы составляет **25-35 страниц**. В данный объем не входят приложения и список использованных источников. По согласованию с преподавателем объем работы может быть увеличен.

Страницы, на которых излагается текст, должны иметь поля: **левое -30 мм, правое - 10 мм, верхнее - 20 мм, нижнее - 20 мм.**

В тексте работы «Введение», название глав, «Заключение» и «Список использованной литературы» печатаются (начинаются) с новой страницы.

Расстояние между заголовком и подзаголовком, заголовком и последующим текстом, подзаголовком и предыдущим текстом отделяют двумя полуторными межстрочными интервалами, а между подзаголовком и последующим текстом - одним полуторным межстрочным интервалом.

Главы письменных работ нумеруются арабскими цифрами и должны начинаться с новой страницы (листа). Номер главы состоит из числа: 1, 2 и т.д.

Заголовки (подзаголовки) располагаются центрированным (посередине текста) способом.

**Страницы письменных работ должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами по всему тексту. Номер страницы проставляют в внизу поля страницы по центру без точки в конце.** Первой страницей письменной работы является титульный лист. Он не нумеруется. В работе второй страницей является содержание.

Титульный лист должен содержать наименование учебного заведения, формы обучения, обозначение характера работы (курсовая), ее тему, фамилию, имя, отчество выполнившего ее студента, номер курса и группы, ученую степень, должность или ученое звание научного руководителя, его фамилию и инициалы, графы «Дата сдачи», «Допустить к защите», «Дата защиты», «Оценка», место и год написания работы.

Оглавление работы, которое следует после титульного листа, должно содержать названия элементов структуры работы и номера листов, с которых они начинаются.

При использовании литературы и цитировании отдельных научных положений студент обязан осуществлять в сносках ссылки на авторов и источники, откуда он заимствует материал (фамилия и инициалы автора, название работы, место и год издания, конкретная страница, откуда заимствована цитата). При этом

цитирование допускается только в ограниченном объеме, оправданном целью цитирования (для обоснования актуальности рассматриваемого вопроса; демонстрации различных взглядов, существующих в науке по проблемам темы, подтверждения или опровержения выдвигаемых студентом тезисов и т.п.).

Прямое цитирование в тексте обязательно оформляется с помощью кавычек. В случае буквального воспроизведения положений научных трудов без указания на их названия и авторов расчетно-графическая работа к защите не допускается.

В списке использованных источников должны быть указаны только те материалы, на которые имеется ссылка (сноска) в работе.

Если в курсовой работе имеются приложения, их необходимо пронумеровать. Все листы расчетно-графической работы должны быть пронумерованы.

Нумерация страниц в курсовой работе должна быть сплошной. Студент отвечает за грамотность и аккуратность оформления расчетно-графической работы. Наличие грамматических, орфографических и пунктуационных ошибок либо небрежное оформление работы может послужить причиной неудовлетворительной оценки работы.

#### **4. Порядок представления расчетно-графической работы на защиту**

Расчетно-графическая работа, подготовленный студентом в окончательной форме, должна быть представлена делопроизводителю кафедры в следующем комплекте: в письменной форме в прошитом, сброшюрованном или скрепленном виде – 1 экземпляр;

**в электронной форме посредством направления на электронный почтовый адрес кафедры транспортно-энергетических систем [ttm@chebpolytech.ru](mailto:ttm@chebpolytech.ru) – 1 экземпляр.**

Делопроизводитель кафедры после регистрации факта и даты сдачи расчетно-графической работы передает ее для проверки научным руководителем.

Передача расчетно-графической работы в электронной форме может быть осуществлена путем направления ее студентом непосредственно научному руководителю по электронной почте.

После поступления расчетно-графической работы на кафедру научный руководитель проверяет ее в течение 14 календарных дней с момента поступления на кафедру, после чего возвращает ее делопроизводителю со своим отзывом. В отзыве указываются следующие положения:

- наименование учебного заведения, кафедры, формы обучения;
- обозначение характера работы (курсовая), ее тему;
- фамилию, имя, отчество выполнившего ее студента, номер курса и группы;
- ученую степень, должность или ученое звание научного руководителя, его фамилию и инициалы;
- соответствие представленной расчетно-графической работы общим требованиям, указанным в настоящих Методических указаниях;
- указание на имеющиеся в курсовой работе недостатки (как по форме, так и по содержанию работы), не препятствующие допуску работы к защите;
- вывод о возможности допуска расчетно-графической работы к защите.

В случае если поставленные научным руководителем вопросы не ясны

студенту, он вправе уточнить их у научного руководителя лично во время его еженедельных консультаций (дежурств на кафедре) или дистанционно через электронную почту.

В случае формулирования научным руководителем вывода о невозможности допуска расчетно-графической работы к защите расчетно-графическая работа подлежит подготовке заново с учетом замечаний, указанных научным руководителем, и повторному представлению на защиту в порядке, предусмотренном разделами 3-5, тому же научному руководителю.

## **5. Порядок защиты расчетно-графической работы**

Защита расчетно-графической работы может проводиться только научному руководителю.

Защита расчетно-графической работы проводится в форме, установленной научным руководителем. При устной форме защиты расчетно-графической работы студент должен подготовить ответы на вопросы, поставленные ему научным руководителем в рецензии.

Научный руководитель вправе по своему усмотрению задавать студенту дополнительные вопросы для проверки уровня и качества освоения им знаний по теме расчетно-графической работы, а также для дополнительной проверки самостоятельности выполнения расчетно-графической работы.

По итогам защиты научный руководитель определяет, может ли быть защита зачтена, или требуется повторная защита.

По итогам первоначальной или (в случае ее неудачи) повторной защиты расчетно-графической работы научный руководитель ставит отметку о защите расчетно-графической работы в зачетной книжке студента, в ведомости и на титульном листе работы.

**После защиты рецензия и расчетно-графическая работа подлежат сканированию самим студентом и заливке в Электронную информационно-образовательную среду (Электронное портфолио) Чебоксарского института (филиала) Московского политехнического университета по адресу <http://students.polytech21.ru/login.php>, после чего работа в письменной форме передаются студентом делопроизводителю для хранения в архиве Филиала.**

## ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО- ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

### Основная литература:

1. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 21-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 448 с. — ISBN 978-5-507-55015-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/515100>

2. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 20-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 512 с. — ISBN 978-5-507-55016-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/515101>

3. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3-х тт. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев. — 16-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 320 с. — ISBN 978-5-507-50503-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/440198>

4. Савельев, И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике : учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. — 12-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 292 с. — ISBN 978-5-507-53464-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/487382>

### Дополнительная литература

1. Айзензон, А. Е. Физика : учебник и практикум для вузов / А. Е. Айзензон. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 335 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00487-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511373>

2. Горлач, В. В. Физика. Самостоятельная работа студента : учебник для вузов / В. В. Горлач, Н. А. Иванов, М. В. Пластинина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 168 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9816-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561804>

3. Ивлиев, А. Д. Физика / А. Д. Ивлиев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 676 с. — ISBN 978-5-507-48769-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/362933>

4. 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>

5. Родионов, В. Н. Физика : учебное пособие для вузов / В. Н. Родионов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 236 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20787-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/558786>

6. Трофимова, Т. И. Руководство к решению задач по физике : учебник для вузов / Т. И. Трофимова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 265 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-3429-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559650>

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>

Периодика:

1. Нефтегазовая промышленность: отраслевой журнал. <https://nprom.online>. - Текст: электронный.

2. Бурение и нефть: научно-технический рецензируемый журнал. <https://burneft.ru/ethics>. - Текст: электронный.

#### 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 газы. 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 **V**. 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 м; плотность воды  $1 \text{ г/см}^3$ .

**302.** Два заряда величиной 0,5 и 2 нКл находятся на расстоянии  $r = 10$  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 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 нКл. Какой отрицательный заряд нужно поместить в центр треугольника, чтобы система находилась в равновесии?

**305.** Два одинаковых заряда величиной 0,4 нКл находятся на расстоянии 2 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  $\epsilon$ , если сила взаимодействия между ними такая же, как в вакууме на расстоянии  $r_1$  30 см.

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

**308.** Два заряженных шарика, подвешенных на нитях одинаковой длины, опускаются в керосин плотностью 0,8 г/см<sup>3</sup>. 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 □ в центре треугольника, если  $q$  5 нКл.

**314.** Найти напряженность поля  $E$  и потенциал □ в центре квадрата со стороной  $a$  6 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°. 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  $q_1 = 10 \text{ нКл}$  и  $q_2 = -20 \text{ нКл}$ , находящимися на расстоянии  $d = 20 \text{ см}$  друг от друга. Определить напряженность  $E$  и потенциал поля в точке, удаленной от первого заряда на  $r_1 = 30 \text{ см}$  и от второго на  $r_2 = 40 \text{ см}$ . □

**318.** Расстояние  $d$  между двумя точечными положительными зарядами  $q_1 = 9q$  и  $q_2 = q$  равно  $8 \text{ см}$ . На каком расстоянии  $r$  от первого заряда

находится точка, в которой напряженность  $E$  поля зарядов равна нулю? Чему равен потенциал поля в этой точке.

**319.** Расстояние  $d$  между зарядами  $q = \pm 2$  нКл равно 20 см. Определить напряженность  $E$  и потенциал 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 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  $\lambda = 0,20$  нКл/м. Внешний цилиндрический проводник этого провода радиусом  $R_2 = 3$  мм заряжен с линейной плотностью  $\lambda = -0,15$  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)  $r_1 = 2$  мм; 3)  $r_1 = 5$  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  $q = 3,3$  нКл; 2) бесконечно длинной заряженной нитью с линейной плотностью заряда  $\lambda = 1,67$  мкКл/м; 3) бесконечно протяженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда  $\sigma = 25$  мкКл/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  $q$  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  $\sigma = 0,1$  мкКл/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  $\sigma = 1 \text{ нКл/м}^2$ . Определите разность потенциалов между двумя точками этого поля, на расстоянии  $r_1 = 20 \text{ см}$  и  $r_2 = 50 \text{ см}$  от плоскости.
- 336.** Электростатическое поле создается сферой радиусом  $R = 5 \text{ см}$ , 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  $\sigma_1 = 0,2 \text{ мкКл/м}^2$  и  $\sigma_2 = 0,3 \text{ мкКл/м}^2$ . Определить разность потенциалов  $U$  между плоскостями.
- 338.** Электростатическое поле создано бесконечно равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда  $\sigma = 2 \text{ мкКл/м}^2$ . 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  $\sigma_1 = 0,2 \text{ мкКл/м}^2$  и  $\sigma_2 = 0,5 \text{ мкКл/м}^2$ . Определить разность потенциалов  $U$  между плоскостями.
- 340.** На отрезке тонкого прямого проводника равномерно распределен заряд с линейной плотностью  $\lambda = 10 \text{ нКл/м}$ . Вычислить потенциал 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

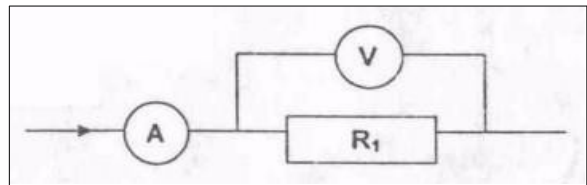
потенциалов 300 В. Площадь пластин  $2 \text{ см}^2$ , напряженность поля в зазоре между ними 300 кВ/м. Определить поверхностную плотность заряда на пластинах, емкость и энергию конденсатора.

**346.** Площадь пластин плоского слюдяного конденсатора  $(\square 6) 2 \text{ см}^2$ , 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  $1 \text{ см}^2$ . 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  $100 \text{ см}^2$ . Определить работу по раздвижению пластин в случае, когда конденсатор перед раздвижением 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?



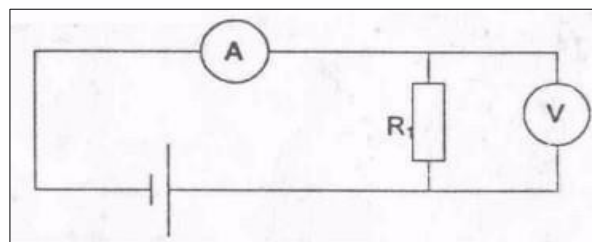
**350.** Конденсатор состоит из двух круглых пластин радиусом 10 см, разделенных, диэлектриком ( $\square 7$ )

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  $R_H = 2500 \text{ Ом}$ . Какова ошибка в определении  $R_1$ , если в расчетах пренебречь током, текущим через вольтметр.

**352.**

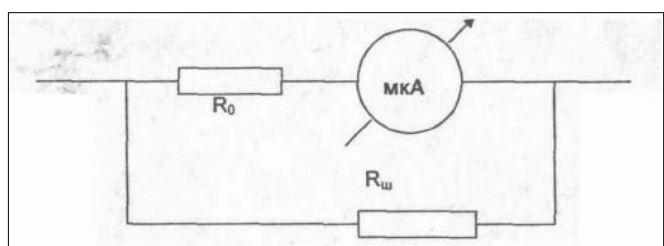
**353.** В электрической цепи, изображенной на рис. 6, амперметр показывает ток  $I = 0,05 \text{ А}$ , а вольтметр – напряжение  $U = 20 \text{ В}$ . Определить сопротивление  $R_V$  вольтметра, если  $R_1 = 1000 \text{ Ом}$ .



**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.

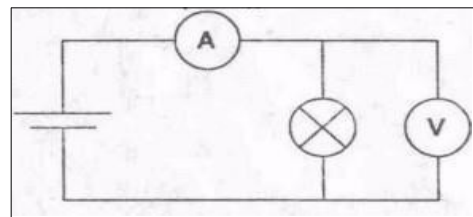
**357.** Отклонение стрелки вольтметра до конца шкалы соответствует напряжению  $U_1 = 15$  В. Ток, текущий при этом через вольтметр,  $I_1 = 7,5$  мА. Определить ток  $I_2$ , текущий через вольтметр, когда вольтметр показывает напряжение  $U_2 = 5$  В, и внутреннее сопротивление вольтметра.

**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 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.  $\square_1 \square 2$  В и  $\square_2 \square 4$  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.  $\square_1 \square 2$  В и  $\square_2 \square 3$  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.  $\square_1 \square 2$  В,  $\square_2 \square 4$  В и  $\square_3 \square 6$  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.  $\mathcal{E}$  и  $\mathcal{I}$ , если  $\mathcal{I}_1=25$  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.  $\mathcal{E}_1$ ,  $\mathcal{E}_2$   $2$  В и внутренние сопротивления  $r_1$ ,  $r_2$   $0,5$  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.

**372.** Элементы имеют э.д.с.  $\mathcal{E}_1$ ,  $\mathcal{E}_2$   $1,5$  В и внутренние сопротивления  $r_1$ ,  $r_2$   $0,5$  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  $10$  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  $15$  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  $10$  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 10 мин, если нагреватель выключить?

**381.** Какую мощность  $P$  потребляет нагреватель электрического чайника, если объем  $V=1$  л воды закипает через время  $t_1$  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  $t_1$  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 течение времени  $t=30$  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 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 мГн. Площадь  $S$  сечения соленоида равна 20 см<sup>2</sup>. Определить число  $n$  витков на каждом сантиметре длины соленоида.

**438.** Обмотка соленоида состоит из  $N$  витков медной проволоки, поперечное сечение которой  $S = 1$  мм<sup>2</sup>. Длина соленоида  $l = 25$  см; его сопротивление  $R = 0,2$  Ом. Найти индуктивность  $L$  соленоида.

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

**440.** Катушка длиной  $l = 50$  см и диаметром  $d = 5$  см содержит  $N = 200$  витков. По катушке течёт ток  $I = 1$  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  $r = 2$  см, сила тока  $I = 2$  А.

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

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

**444.** Квадратный проводящий контур со стороной  $a = 20$  см и током  $I = 10$  А свободно подвешен в однородном магнитном поле с магнитной индукцией  $B = 0,2$  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  $B = 0,5$  Тл находится квадратный проводящий контур со стороной  $a = 10$  см и током  $I = 10$  А. Плоскость квадрата составляет с направлением поля угол  $30^\circ$ . Определить работу удаления контура за пределы поля.

**446.** Круговой проводящий контур радиусом  $r = 5$  см и током  $I = 1$  А находится в магнитном поле, причем плоскость контура перпендикулярна направлению поля. Напряженность поля  $H = 10$  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  $D = 5$  см уложена однослойная обмотка (виток к витку) из проволоки диаметром  $d = 0,2$  мм. Определить магнитный поток, создаваемый таким соленоидом при силе тока  $I = 1$  А.

**448.** Виток, в котором поддерживается постоянная сила тока  $I = 50$  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  $= 45^\circ$ . 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  $= 60^\circ$ .
- 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  $= 30^\circ$  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  $10$  см<sup>2</sup>. 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  $L = 2$  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  $\approx 300$  нм?
- 474.** Катушка длиной  $l = 50$  см и площадью поперечного сечения  $S = 10$  см<sup>2</sup> 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  $= 60^\circ$ . □
- 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  $S = 10$  см<sup>2</sup>, содержащая  $N = 1000$  витков. Определить сопротивление  $R$  катушки, если сдвиг фаз между напряжением и током  $\approx 30^\circ$ .
- 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.

**201.** 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.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

**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  
\_\_\_\_\_ отделения  
по направлению \_\_\_\_\_

---

Ф.И.О.

Научный руководитель:

---

должность, звание

---

Ф.И.О.

Оценка \_\_\_\_\_

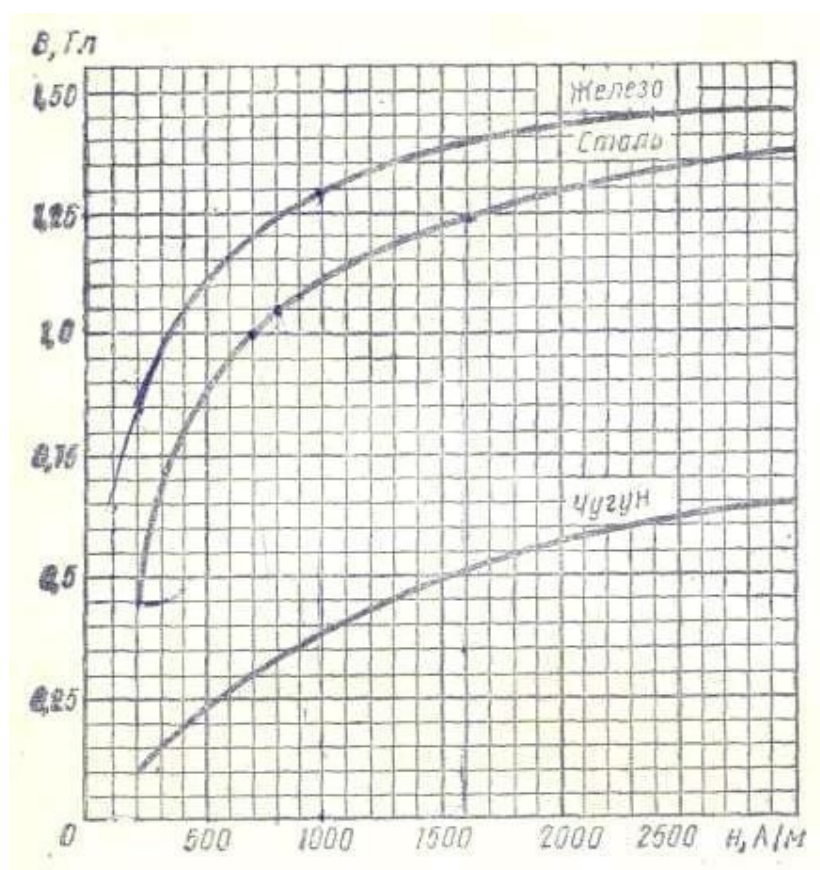
Дата «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022г.

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	эВ	1,60 · 10 <sup>-19</sup> Дж



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

## Диэлектрическая проницаемость $\epsilon$

Таблица 2

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 3 Вещество	$\rho$ , $10^{-6}$ Ом/м	Вещество	$\rho$ , $10^{-6}$ 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	$\lambda = Q/l$	кулон на метр	Кл/м
Поверхностная плотность электрического заряда	$\sigma = Q/S$	кулон на метр в квадрате	м
Объемная плотность электрического заряда	$\rho = Q/V$	кулон на метр в кубе	Кл/м <sup>3</sup>
Напряженность электрического поля	$E = U/d$	вольт на метр	Кл/м <sup>3</sup>
Электрический момент диполя	$D = \frac{Q}{l}$	кулон · метр	В/м
Потенциал электрического поля	$\Phi = E \cdot \Delta S$		Кл · м
Электрическое смещение	$\Psi = D \cdot \Delta$	вольт	В
Поток электрической напряженности	$S \cdot P$	кулон на квадратный метр	Кл/м <sup>2</sup>
Поток электрического смещения	$C = Q/l$	кулон · метр в квадрате	Кл · м <sup>2</sup>
Поляризованность	$\chi = UI$	кулон	Кл
Электрическая емкость	$j = I/S$	кулон на квадратный метр	Кл/м
<b>Сила тока</b>	$R = U/I$	фарад	<sup>2</sup> Ф
Плотность электрического тока	$I/l$	ампер	А
		ампер на квадратный метр	А/м <sup>2</sup>

Электрическое сопротивление	$\square = R \cdot S / l$ $G = 1/R$ $= 1/\square$ $U = A/Q$	ом	Ом
Удельное электрическое сопротивление	$=$ $A_{cm}/Q$ $b = \langle v \rangle / E$ $B = M_{max} / (I \cdot S)$ $)$	ом·метр	Ом·м
Электрическая проводимость		сименс	См
Удельная электрическая проводимость		сименс на метр	См/м
Напряжение		вольт	В
ЭДС (электродвижущая сила)		вольт	В
Подвижность ионов			м <sup>2</sup> /(В·с)
Магнитная индукция		тесла	Тл
Напряженность магнитного поля	$H =$ $B / \square_0 \square$ $J P = I \cdot S$	ампер на метр	А/м
Намагниченность		ампер на метр	А/м
Магнитный момент		ампер·метр в квадрате	А·м <sup>2</sup>
Магнитный поток	$\Phi = B \cdot \Delta S$	вебер	Вб
Потокоцепление	$\Psi = N \cdot \Phi$	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	Д	1Д = 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> /□ = 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>