

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



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**по выполнению расчетно-графической работы по дисциплине**  
**«Наноматериалы и нанотехнологии»**

Направление подготовки	<b>23.03.03 «Эксплуатация транспортно технологических машин и комплексов»</b> (код и наименование направления подготовки)
Направленность подготовки	<b>«Автомобили и автомобильное хозяйство»</b> (наименование профиля подготовки)
Квалификация выпускника	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очная и заочная</b>

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

Авторы:

Лепаев Александр Николаевич, к.т.н., доцент кафедры информационных технологий, электроэнергетики и систем управления

ФИО, ученая степень, ученое звание или должность, наименование кафедры

Методические указания одобрены на заседании кафедры информационных технологий, электроэнергетики и систем управления

протокол № 10 от 16.05.2020 года.

**1. Цель расчетно-графической работы** - выявить знания студентов основ нанотехнологий, 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 «Наноматериалы и нанотехнологии в нефтегазовом деле», методическими рекомендациями по выполнению расчетно-графической работы;
- выполнение расчетов с применением освоенных методов.

Завершенная работа представляется для проверки на кафедре 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.

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 заключение** 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 и заочной форм обучения**

### ***МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ***

1. 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.

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

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

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

5. 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.

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

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

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

9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. 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**

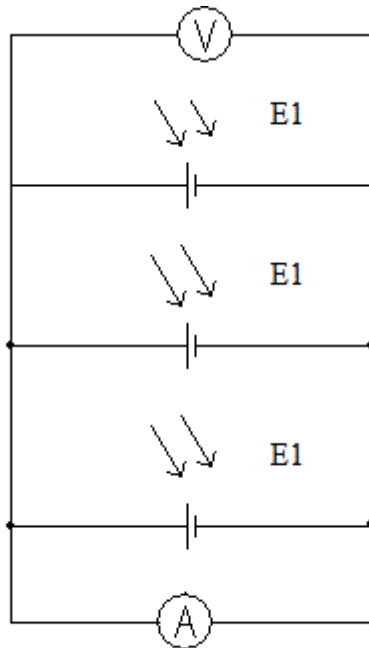
### **Вариант 0**

#### **Задача 1**

Найдите увеличение микроскопа если размер объекта  $L_0=100$  мкм, а размер

изображения, наблюдаемого в окуляр  $L=10$  мм.

### Задача 2



Вычислить какую силу тока  $I$  (мА) обеспечивает солнечная батарея, представленная на рисунке, считать, что элементы батареи имеют одинаковые параметры  $V_{out}=1.5$  В,  $I_{out}=160$  мА. Ответ записать в мА и округлить до десятых.

### Задача 3

Зная, что плотность клеток лука составляет  $500 \text{ мм}^{-3}$  и является постоянной, вычислить, сколько клеток лука находится в объеме шарообразной луковицы без корня и верхней ростковой части диаметром 3 см. Ответ округлить до целого числа.

#### Вариант 1

### Задача 1

Вычислить КПД топливной ячейки, если при ее работе по цепи прошел суммарный заряд в 2000 Кл, а расход водорода составил 10 мл. Ответ округлить до целых и выразить в процентах

### Задача 2

Зная, что плотность клеток лука составляет  $400 \text{ мм}^{-3}$  и является постоянной, вычислить, сколько клеток лука находится в объеме шарообразной луковицы без корня и верхней ростковой части диаметром 3 см. Ответ округлить до целого числа.

### Задача 3

Вычислить мощность выделяемую солнечной батареей если на нее попадает свет мощностью 300 Вт, а КПД солнечной батареи составляет 17 %. Ответ записать в Вт и округлить до десятых.

## Вариант 2

### Задача 1

Вычислить какое количество информации уместится на карте памяти, если размер одного запоминающего элемента равен  $30 \times 30$  нм, размер чипа, на котором размещаются запоминающие элементы равен  $5 \times 5$  мм. Для справки 1 способен хранить 1 бит информации. 1 байт = 8 бит. 1 Кбайт = 1024 байта, 1 Мбайт = 1024 Кбайта, 1 Гбайт = 1024 Мбайта. Ответ округлить до сотых Гбайт.

### Задача 2

Вычислить КПД топливной ячейки, если при ее работе по цепи прошел суммарный заряд в 2000 Кл, а расход водорода составил 15 мл. ответ округлить до целого числа и записать в процентах.

### Задача 3

Зная, что плотность клеток лука составляет  $500 \text{ мм}^{-3}$  и является постоянной, вычислить, сколько клеток лука находится в объеме шарообразной луковицы без корня и верхней ростковой части диаметром 3 см. Ответ округлить до целого числа.

## Вариант 3

### Задача 1

Вычислите частоту воздействия атомов графеновой плоскости на частицу летящую параллельно ее поверхности на малом расстоянии от нее, как показано на Рис. 1 (учитывать только взаимодействие с ближайшими атомами углерода), при условии, что графеновая плоскость представляет собой решетку состоящую из правильных шестиугольников (Рис.2) длина стороны которых составляет  $1.42 \text{ \AA}$  ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$ ), а скорость движения частицы равна  $4 \text{ \AA/пс}$ , ( $1 \text{ пс} = 10^{-12} \text{ с}$ ). Ответ записать в ТГц и округлить до тысячных.

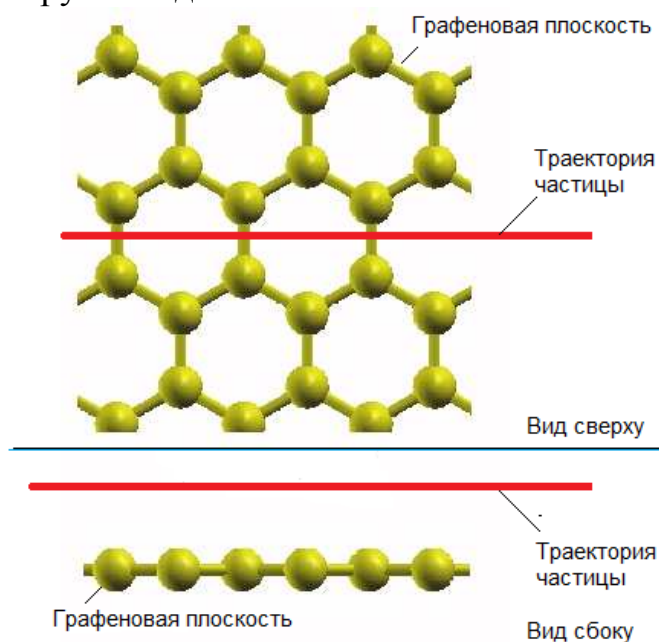


Рис.1

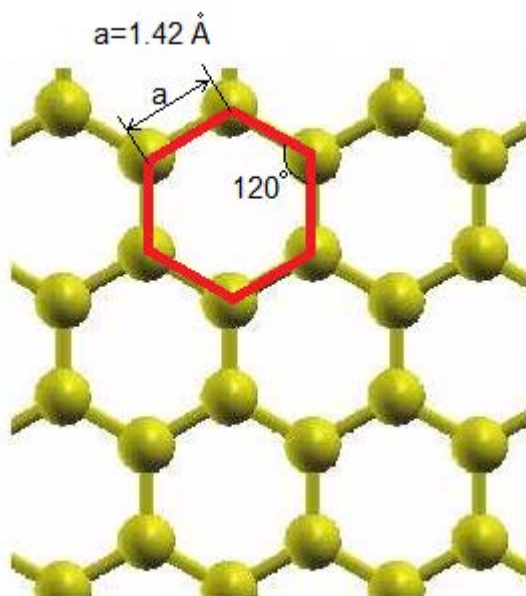


Рис. 2

### **Задача 2**

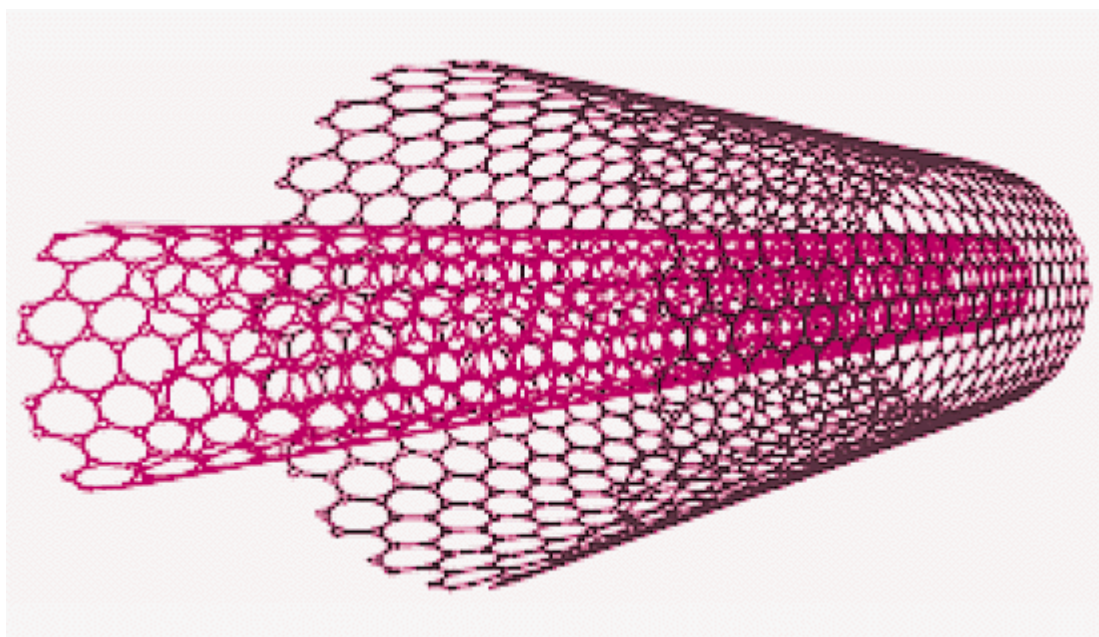
Вычислить КПД электролизера, если известно, что на нем выделилось 15 мл водорода, а заряд, протекший за время электролиза равен 1000 Кл. Ответ выразить в процентах и округлить до целого числа.

### **Задача 3**

Зная, что плотность клеток лука составляет  $625 \text{ мм}^{-3}$  и является постоянной, вычислить, сколько клеток лука находится в объеме шарообразной луковицы без корня и верхней ростковой части диаметром 3 см. Ответ округлить до целого числа.

## **Вариант 4**

### **Задача 1**



Используя формулу для определения диаметра углеродной нанотрубки (УНТ)



$d = \sqrt{3} \cdot a \cdot \sqrt{m^2 + n^2 + m \cdot n} / \pi$ , где  $a = 1.42 \text{ \AA}$  ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$ ) – длина углерод-углеродной связи, определить расстояние между слоями двухслойной УНТ: 15-15@20-20 (УНТ 15-15 находится внутри УНТ 20-20). Ответ округлить до сотых долей Ангстрема

### **Задача 2**

Вычислить КПД электролизера, если при его работе по цепи прошел суммарный заряд в 2000 Кл, а водорода выделилось 20 мл.

### **Задача 3**

Зная, что плотность клеток лука составляет  $700 \text{ мм}^{-2}$ , вычислить, сколько клеток лука находится на поверхностном слое шелухи лука шарообразной луковицы без корня и верхней ростковой части диаметром 5 см. Ответ округлить до целого числа.

## **Вариант 5**

### **Задача 1**

Найдите увеличение микроскопа если размер объекта  $L_0 = 100 \text{ мкм}$ , а размер изображения, наблюдаемого в окуляр  $L = 10 \text{ мм}$ .

### **Задача 2**

Вычислите диаметр углеродной нанотрубки с индексами хиральности  $n=5$   $m=0$ , формулу для вычисления найти самостоятельно воспользовавшись информационными источниками, в том числе сетью Интернет. Ответ округлить до сотых и записать в ангстремах, в качестве разделителя использовать точку.

### **Задача 3**

Какое время потребуется солнечной панели мощностью 100 Вт, которая вырабатывает 12 В, чтобы зарядить батарею емкостью 200 А\*ч. Ответ записать в ч и округлить до десятых.

## **Вариант 6**

### **Задача 1**

Геккон – ящерица, способная передвигаться по вертикальным поверхностям (Рис. 1) и даже по потолку. Все это происходит благодаря устройству подошвы ее лап (Рис. 2 А). Кожа подошв покрыта мельчайшими щетинками диаметром около 100 мкм (Рис. 2 Б, В), которые на концах разветвляются на еще более мелкие щетинки (400 – 1000 штук) (Рис. 2 Г), каждая из которых оканчивается треугольной лопаточкой (Рис. 2 Д) шириной около 0,2 мкм (или 200 нм). Такие лопаточки обеспечивают сцепление с любой даже очень гладкой поверхностью за счет слабых межмолекулярных Ван-дер-Ваальсовых сил, обеспечивающих силу сцепления около  $10 \text{ Н/см}^2$ , что соответствует весу 1 кг. Рассчитайте какую минимальную площадь необходимо иметь специальным приспособлениям выполненным по подобию лап геккона, чтобы иметь способность удерживать вес человека (80 кг). Ответ запишите в  $\text{см}^2$ .



### **Задача 2**

Рассчитайте увеличение микроскопа, если реальный размер наблюдаемого объекта равен 10 мкм, а наблюдаемое изображение 5 мм. Ответ округлить до целого числа.

### **Задача 3**

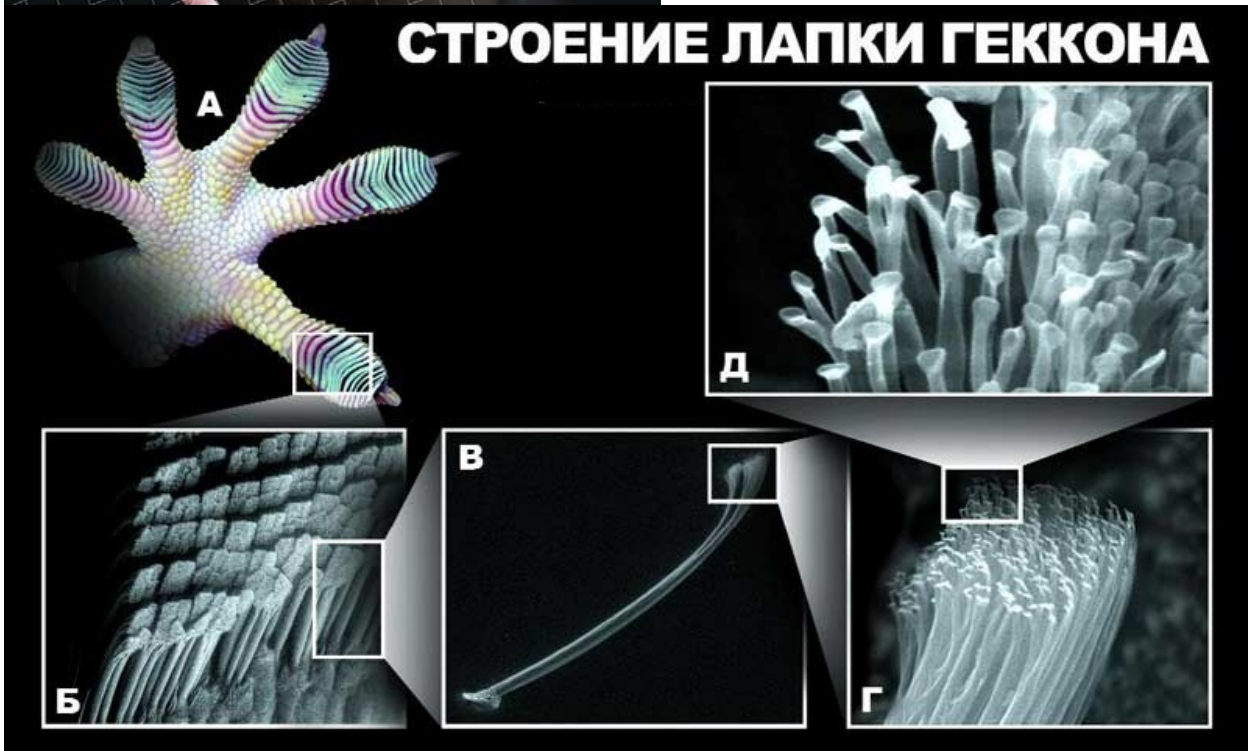
Вычислить мощность выделяемую солнечной батареей если на нее попадает свет мощностью 300 Вт, а КПД солнечной батареи составляет 17 %, а солнечная батарея расположена так, что угол между нормалью к ее поверхности и источником света составляет 20 °. Ответ записать в Вт и округлить до десятых.

## **Вариант 7**

### **Задача 1**

Геккон – ящерица, способная передвигаться по вертикальным поверхностям (Рис. 1) и даже по потолку. Все это происходит благодаря устройству подошвы ее лап (Рис. 2 А). Кожа подошв покрыта мельчайшими щетинками диаметром около 100 мкм (Рис. 2 Б, В), которые на концах разветвляются на еще более мелкие щетинки (400 – 1000 штук) (Рис. 2 Г), каждая из которых оканчивается треугольной лопаточкой (Рис. 2 Д) шириной около 0,2 мкм (или 200 нм). Такие лопаточки обеспечивают

сцепление с любой даже очень гладкой поверхностью за счет слабых межмолекулярных Ван-дер-Ваальсовых сил. Считая, что плотность щетинок составляет 1,5 млн. на  $1 \text{ см}^2$  поверхности подошвы геккона, а лопаточка на конце представляет собой равносторонний треугольник рассчитать эффективную площадь развиваемую поверхностью подошвы в  $1 \text{ см}^2$ . Выразите ответ в  $\text{мм}^2$ , ответ округлите до тысячных.



### **Задача 2**

Рассчитайте увеличение микроскопа, если увеличение объектива равно 10, а увеличение окуляра 15.

### **Задача 3**

Вычислить мощность, выделяемую солнечной батареей если на нее попадает свет мощностью 300 Вт, а КПД солнечной батареи составляет 17 %, если батарея затенена на  $\frac{1}{4}$  своей площади. Считать, что эффективная мощность зависит от площади линейно. Ответ записать в Вт и округлить до десятых.

## Вариант 8

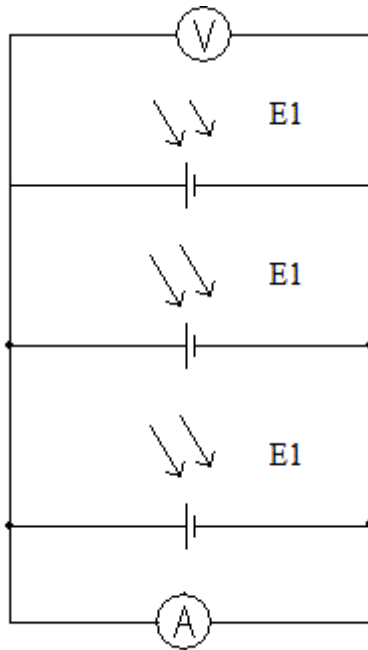
### Задача 1

. Рассчитайте увеличение микроскопа, если увеличение объектива равно 10, а увеличение окуляра 15.

### Задача 2

Вычислить мощность выделяемую солнечной батареей если на нее попадает свет мощностью 300 Вт, а КПД солнечной батареи составляет 17 %. Ответ записать в Вт и округлить до десятых.

### Задача 3



Вычислить какое напряжение  $U$  (В) обеспечивает солнечная батарея, представленная на рисунке, считать, что все элементы батареи имеют одинаковые параметры  $V_{out}=1.5$  В,  $I_{out}= 160$  мА. Ответ записать в В округлить до десятых.

## Вариант 9

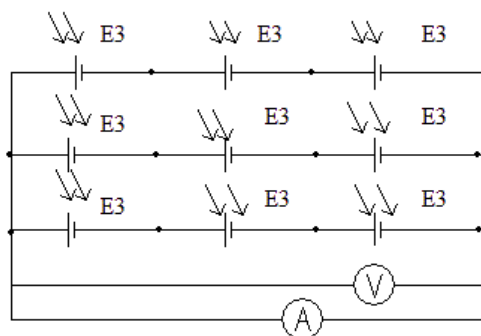
### Задача 1

Вычислить какое количество информации уместится на карте памяти, если размер одного запоминающего элемента равен  $30 \times 30$  нм, размер чипа, на котором размещаются запоминающие элементы равен  $5 \times 5$  мм. Для справки 1 способен хранить 1 бит информации. 1 байт = 8 бит. 1 Кбайт = 1024 байта, 1 Мбайт = 1024 Кбайта, 1 Гбайт = 1024 Мбайта. Ответ округлить до сотых Гбайт.

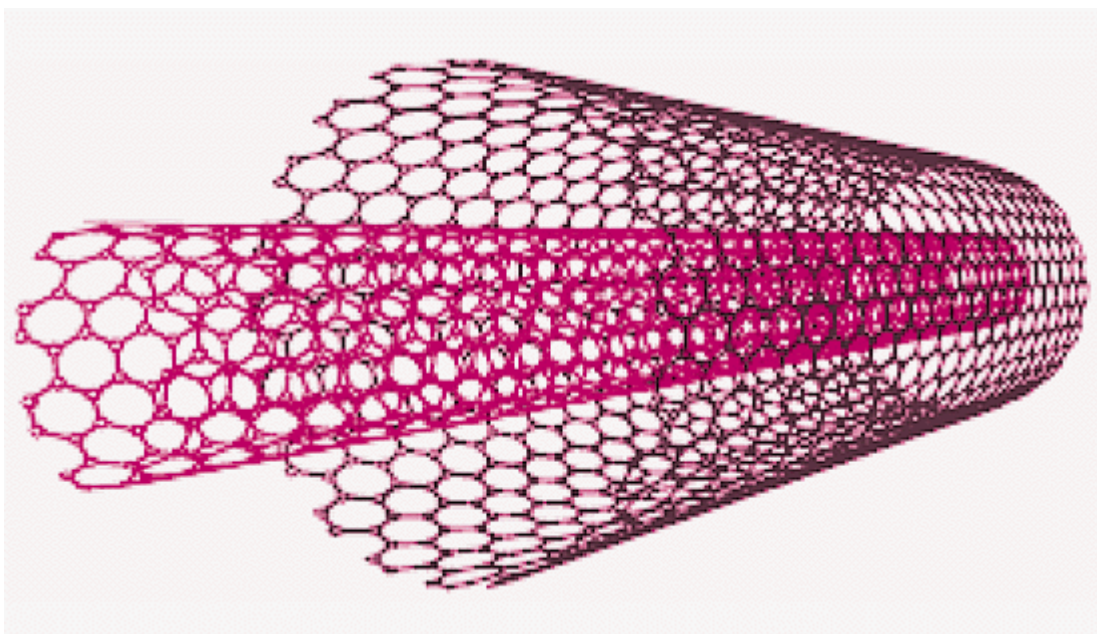
### Задача 2

Вычислить какое напряжение  $U$  (В) обеспечивает солнечная батарея, представленная на рисунке, считать, что все элементы батареи имеют одинаковые параметры  $V_{out}=1.5$  В,  $I_{out}= 160$  мА. Ответ записать в В округлить до десятых.





### Задача 3



Используя формулу для определения диаметра углеродной нанотрубки (УНТ)  $d = \sqrt{3} \cdot a \cdot \sqrt{m^2 + n^2 + m \cdot n} / \pi$ , где  $a = 1.42 \text{ \AA}$  ( $1 \text{ \AA} (\text{Ангстрем}) = 10^{-10} \text{ м}$ ) — длина углерод-углеродной связи, определить расстояние между слоями двухслойной УНТ: 15-15@20-20 (УНТ 15-15 находится внутри УНТ 20-20). Ответ округлить до сотых долей Ангстрема

### 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. Витязь, П.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс] : учеб. пос. / П.А. Витязь, Н.А. Свидунович. - Минск: Выш. шк., 2010. - 302 с. - Режим доступа : <http://znanium.com/bookread2.php?book=506605>

### **Дополнительная литература**

1. Горохов В. А. Материалы и их технологии. В 2 ч. Ч. 2. [Электронный ресурс] : учебник / В.А. Горохов, Беляков Н. Б., Схиртладзе А. Г. ; под ред. В.А. Горохова. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 533 с. - Режим доступа : <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=446098>

2. Легостаев, Н.С. Микросхемотехника. Аналоговая микросхемотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. - 238 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480511>

### **Периодика**

1. Вестник БГУ. Серия 1. Физика. Математика. Информатика [Электронный ресурс] : научно-теоретический журнал / Белорусский государственный университет. - Режим доступа: [https://e.lanbook.com/journal/2495#journal\\_name](https://e.lanbook.com/journal/2495#journal_name)

2. Наука и жизнь [Текст] : научно-популярный журнал/ Автономная некоммерческая организация "Редакция журнала "Наука и жизнь" ; Гл. ред. Е. Л. Лозовская. - М. : Редакция журнала "Наука и жизнь", 2018. - Выходит ежемесячно

**ПРИЛОЖЕНИЯ**  
(справочное)  
**Форма титульного листа**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)**  
**МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

---

**Кафедра**  
**Информационные технологии, электроэнергетики и систем управления**  
(наименование)

**РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**  
**по дисциплине**  
**«Нanomатериалы и нанотехнологии в нефтегазовом деле»**

Выполнил(а):  
студент(ка) группы \_\_\_\_\_  
**Фамилия Имя Отчество**

учебный шифр \_\_\_\_\_

Проверил(а): \_\_\_\_\_

# 1. ТАБЛИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Таблица 1

## Основные физические постоянные (округленные значения)

Нормальное ускорение свободного падения	$g$	9,81 м/с <sup>2</sup>
Гравитационная постоянная	$G$	$6,67 \cdot 10^{-11}$ м <sup>2</sup> /(кг·с)
Постоянная Авогадро	$N_A$	$6,02 \cdot 10^{23}$ моль <sup>-1</sup>
Молярная газовая постоянная	$R$	8,31 Дж/(моль·К)
Стандартный объем*	$V_m$	$22,4 \cdot 10^{-3}$ м <sup>3</sup> /моль
Постоянная Больцмана	$k$	$1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К

\* Молярный объем идеального газа при нормальных условиях.

Таблица 2

## Некоторые астрономические величины

Наименование	Числовое значение
Радиус Земли	$6,37 \cdot 10^6$ м
Масса Земли	$5,98 \cdot 10^{24}$ кг
Средняя плотность Земли	$5,52 \cdot 10^3$ кг/м <sup>3</sup>
Радиус Солнца	$6,95 \cdot 10^8$ м
Масса Солнца	$1,98 \cdot 10^{30}$ кг
Средняя плотность Солнца	$1,41 \cdot 10^3$ кг/м <sup>3</sup>
Радиус Луны	$1,74 \cdot 10^6$ м
Масса Луны	$7,33 \cdot 10^{22}$ кг
Расстояние от центра Земли до центра Солнца	$1,49 \cdot 10^{11}$ м
Расстояние от центра Земли до центра Луны	$3,84 \cdot 10^8$ м
Период обращения Луны вокруг Земли	27,3 сут. = $2,36 \cdot 10^6$ с

Таблица 3

## Плотность твердых тел

Твердое тело	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Твердое тело	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
Алюминий	$2,70 \cdot 10^3$	Медь	$8,93 \cdot 10^3$
Барий	$3,50 \cdot 10^3$	Никель	$8,90 \cdot 10^3$
Ванадий	$6,02 \cdot 10^3$	Свинец	$11,3 \cdot 10^3$
Висмут	$9,80 \cdot 10^3$	Серебро	$10,5 \cdot 10^3$
Железо	$7,88 \cdot 10^3$	Цезий	$1,90 \cdot 10^3$
Литий	$0,53 \cdot 10^3$	Цинк	$7,15 \cdot 10^3$

Таблица 4

## Плотность жидкостей

Жидкость	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Жидкость	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
Бензол	$0,88 \cdot 10^3$	Керосин	$0,80 \cdot 10^3$
Вода	$1,00 \cdot 10^3$	Ртуть	$13,6 \cdot 10^3$
Глицерин	$1,26 \cdot 10^3$	Сероуглерод	$1,26 \cdot 10^3$
Касторовое масло	$0,90 \cdot 10^3$	Спирт	$0,80 \cdot 10^3$

Таблица 5

## Плотность газов (при нормальных условиях)

Газ	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Газ	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
Азот	1,25	Воздух	1,29
Аргон	1,78	Гелий	0,18



Водород	0,09	Кислород	1,43
---------	------	----------	------

Таблица 6

**Коэффициент поверхностного натяжения**

Жидкость	Коэффициент, мН/м	Жидкость	Коэффициент, мН/м
Бензол	30	Мыльная пленка	40
Вода	72	Ртуть	500
Глицерин	62	Спирт	22

Таблица 7

**Эффективный диаметр молекулы**

Газ	Диаметр, нм	Газ	Диаметр, нм
Азот	0,30	Воздух	0,27
Аргон	0,35	Гелий	0,19
Водород	0,23	Кислород	0,27

Таблица 8

**Относительные атомные массы (округленные значения) Ar элементов периодической системы**

Элемент	Символ	Ar	Элемент	Символ	Ar
Азот	N	14	Марганец	Mn	55
Алюминий	Al	27	Медь	Cu	64
Аргон	Ar	40	Молибден	Mo	96
Барий	Ba	137	Натрий	Na	23
Ванадий	V	60	Неон	Ne	20
Водород	H	1	Никель	Ni	59
Вольфрам	W	184	Олово	Sn	119
Гелий	He	4	Платина	Pt	195
Железо	Fe	56	Ртуть	Hg	201
Золото	Au	197	Сера	S	32
Калий	K	39	Серебро	Ag	108
Кальций	Ca	40	Углерод	C	12
Кислород	O	16	Уран	U	238
Магний	Mg	24	Хлор	Cl	35

## 2. НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЕДИНИЦАХ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Таблица 9

### Основные и производные единицы механических и тепловых величин в СИ

Величина	Единица			Размерность величины
	определение	наименование	обозначение	
Длина	$l$	метр	м	L
Площадь	$S = l^2$	квадратный метр	м <sup>2</sup>	L <sup>2</sup>
Объем	$V = l^3$	кубический метр	м <sup>3</sup>	L <sup>3</sup>
Время	$t$	секунда	с	T
Масса	$m$	килограмм	кг	M
Плоский угол	$\varphi$	радиан	рад	1
Телесный угол	$\Omega$	стерадиан	ср	1
Скорость	$v = \Delta l / \Delta t$	метр в секунду метр на секунду	м/с	LT <sup>-1</sup>
Ускорение	$a = \Delta v / \Delta t$	в квадрате радиан	м/с	LT <sup>-2</sup>
Угловое перемещение	$\Delta \varphi$	радиан в секунду	рад	1
Угловая скорость	$\omega = \Delta \varphi / \Delta t$	секунда в минус первой степени	рад/с	T <sup>-1</sup>
Частота вращения	$n = \omega / 2\pi$	радиан на секунду	с <sup>-1</sup>	T <sup>-1</sup>
Угловое ускорение	$\varepsilon = \Delta \omega / \Delta t$	в квадрате секунда	рад/с <sup>2</sup>	T <sup>-2</sup>
Период	$T = t/N$	секунда в минус первой степени	с	T
Частота	$\nu = 1/T$	секунда в минус первой степени	с <sup>-1</sup>	T <sup>-1</sup>
Круговая (циклическая) частота	$\omega = 2\pi\nu$	килограмм на кубический метр	с <sup>-1</sup>	T <sup>-1</sup>
Плотность	$\rho = m/V$	ньютон	кг/м <sup>3</sup>	L <sup>-3</sup> M
Сила	$F = ma$	паскаль ньютон на метр	Н	LMT <sup>-2</sup>
Давление	$p = F/S$	килограмм метр в секунду	Па	L <sup>-1</sup> MT <sup>-2</sup>
Жесткость	$k = F/l$	ньютон-секунда	Н/ м	<sup>2</sup> MT <sup>-2</sup>
Импульс	$p = mv$	ньютон-метр	кг· м/с	LMT <sup>-1</sup>
Импульс силы	$p = F \cdot \Delta t$	килограмм-метр в квадрате в	Н· с	LMT <sup>-1</sup>
Момент силы	$M = Fl$	секунду	Н· м	L <sup>2</sup> MT <sup>-2</sup>
Момент импульса	$L = M\Delta t$	килограмм-метр в квадрате	кг· м <sup>2</sup> /с	L <sup>2</sup> MT <sup>-1</sup>
Момент инерции	$I = mr^2$	джоуль ватт	кг· м <sup>2</sup>	L <sup>2</sup> M
Работа, Энергия	$A = Fl$	паскаль-секунда	Дж	L <sup>2</sup> MT <sup>-2</sup>
Мощность	$N = A/\Delta t$	квадратный метр в секунду	Вт	L <sup>2</sup> MT <sup>-3</sup>
Динамическая вязкость	$\eta = F/S \cdot$ $\cdot \Delta v / \Delta t$		Па· с	L <sup>-1</sup> MT <sup>-1</sup>
Кинематическая вязкость	$\nu = \eta/\rho$		м <sup>2</sup> /с	L <sup>2</sup> T <sup>-1</sup>

Поверхностное натяжение	$\sigma = \Delta E / \Delta S$	ньютон на метр	Н/м	$MT^{-2}$
Количество теплоты	$Q$	джоуль	Дж	$L^2MT^{-2}$
Температура	$T$	кельвин	К	$\theta$
Концентрация	$n = I/V$	метр в минус третьей степени	$m^{-3}$	$L^{-3}$
Количество вещества	$\nu = N/N_A$	моль	моль	N
Молярная масса	$M = m_0 N_A$	килограмм на моль	кг/моль	$MN^{-1}$
Теплоемкость	$C = \Delta Q / \Delta T$	джоуль на кельвин	Дж/К	$L^2MT^{-2}\theta^{-1}$
Удельная теплоемкость	$c = \Delta Q / (m \cdot \Delta T)$	джоуль на килограмм-кельвин	Дж/(кг·К)	$L^2T^{-2}\theta^{-1}$
Молярная теплоемкость	$C_M = \Delta Q / (\nu \cdot \Delta T)$	джоуль на моль-кельвин	Дж/(моль·К)	$L^2MT^{-2}\theta^{-1}N^{-1}$
Коэффициент теплопроводности	$\lambda = \Delta Q / (\Delta t \cdot \Delta T / \Delta l)$	ватт на метр-кельвин	Вт/(м·К)	$LMT^{-3}\theta^{-1}$
Энтропия	$S = \Delta Q / T$	джоуль на кельвин	Дж/К	$L^2MT^{-2}\theta^{-1}$
Удельная теплота	$q = Q/m$	джоуль на килограмм-кельвин	Дж/кг	$L^2T^{-2}$
Температурный коэффициент	$\alpha$	кельвин в минус первой степени	$K^{-1}$	$\theta^{-1}$

Таблица 10

**Коэффициенты перевода внесистемных единиц в единицы СИ**

Величина	Название	Обозначение	Связь с единицами СИ
Длина	ангстрем	$A$	$10^{-10}$ м
	калибр		$0,252 \cdot 10^{-3}$ м
	дюйм		0,0254 м
	фут		0,3048 м
	аршин		0,7 м
	ярд		0,9144 м
	сажень		2,1 м
	кабельтов		185,2 м
	верста		1067 м
	миля (сухопутная)		1609,34 м
световой год	<i>св. год.</i>	$9,46 \cdot 10^{15}$ м	
Масса	атомная единица массы	<i>а.е.м</i>	$1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
	карат	<i>с</i>	0,0002 кг
	грамм		0,001 кг
	унция	<i>ц</i>	0,02835 кг
	фунт	<i>т</i>	0,454 кг
	центнер		100 кг
	тонна		1000 кг
Время	минута	<i>ми</i>	60 с
	час	<i>н ч</i>	3600 с
	сутки	<i>сут</i>	86400 с
	год	<i>год</i>	$3,16 \cdot 10^7$ с
Площадь	ар (сотка)		100 м <sup>2</sup>

	акр		4047 м <sup>2</sup>
	гектар	га	10000 м <sup>2</sup>
Объем	литр	л	10 <sup>-3</sup> м <sup>3</sup>
	пинта		0,568 · 10 <sup>-3</sup> м <sup>3</sup>
	галлон		4,546 · 10 <sup>-3</sup> м <sup>3</sup>
	баррель		159 · 10 <sup>-3</sup> м <sup>3</sup>
Скорость	километр в час	км/ч	0,278 м/с
	узел	узел	0,514 м/с
Температура	цельсия	°C	(n+273) К
	фаренгейт	°F	(5/9(n-32)+273)
	реомюр	°R	К (5/4n+273) К
Давление	килограмм сила на кв. метр	кгс/м <sup>2</sup>	9,81 Па
	атмосфера	атм	1,013 · 10 <sup>5</sup> Па
	атмосфера техническая	ат=кгс/см <sup>2</sup>	0,981 10 <sup>5</sup> Па
	миллиметр ртутного столба	мм. рт. ст.	133,0 Па
	бар	бар	10 <sup>5</sup> Па
Энергия	калорий	кал	4,19 Дж
	киловатт час	кВт · ч	3,6 · 10 <sup>6</sup> Дж
	электронвольт	эВ	1,6 · 10 <sup>-19</sup> Дж

Таблица 11

**Приставки для образования кратных и дольных единиц**

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>
санти	с	10 <sup>-2</sup>	пета	П	10 <sup>15</sup>
деци	д	10 <sup>-1</sup>	экса	Э	10 <sup>18</sup>

Таблица 12

**Греческий алфавит**

№	Буква		№	Буква	
1.	Α α	альфа	13.	Ν ν	ню
2.	Β β	бэта	14.	Ξ ξ	кси
3.	Γ γ	гамма	15.	Ο ο	омикрон
4.	Δ δ	дэльта	16.	Π π	пи
5.	Ε ε	эпсилон	17.	Ρ ρ	ро
6.	Ζ ζ	дзета	18.	Σ σ	сигма
7.	Η η	эта	19.	Τ τ	тау
8.	Θ θ	тэта	20.	Φ φ	фи
9.	Ι ι	йота	21.	Χ χ	хи
10.	Κ κ	каппа	22.	Υ υ	ипсилон
11.	Λ λ	ламбда	23.	Ψ ψ	пси
12.	Μ μ	мю	24.	Ω ω	омега