

**Спецификация
экзаменационных материалов
для проведения теоретической части предпрофессионального экзамена
для выпускников, обучавшихся в рамках проекта
«Академический (научно-технологический) класс в московской школе»,
выбравших для практической части одно из направлений: «Физика», «Прикладная
физика», «Экспериментальная физика», «Техническая физика», «Физико-
математическое», «Математика», «Прикладная математика», «Информатика»,
«Бизнес-информатика», «Робототехника», «Программирование и ИКТ»,
«Цифровое моделирование», «Информационное (ИКТ)»,
«Блокчейн-технологии и их применение»,
«Цифровые коммуникации», «Инженерия (по отраслям)», «Программирование»**

1. Назначение экзаменационных материалов

Материалы теоретической части предпрофессионального экзамена предназначены для оценки уровня теоретической подготовки выпускников академических (научно-технологических) классов, выбравших направление технической направленности.

2. Условия проведения теоретической части экзаменационной работы

Теоретическая часть предпрофессионального экзамена проводится в форме компьютерного тестирования.

При выполнении работы обеспечивается строгое соблюдение порядка организации и проведения экзамена. Обучающиеся могут пользоваться непрограммируемым калькулятором, таблицей физических величин.

3. Продолжительность выполнения теоретической части экзаменационной работы

На выполнение теоретической части экзаменационной работы отводится **90 минут**. В процессе выполнения заданий предусмотрены две автоматические паузы продолжительностью по **5 минут** в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях.

4. Содержание и структура экзаменационной работы

Задания экзаменационной работы разработаны преподавателями образовательных организаций высшего образования, участвующих в проекте «Академический (научно-технологический) класс в московской школе».

Индивидуальный вариант участника формируется автоматизированно во время проведения теоретической части экзамена из базы проверочных заданий.

В работе используются задания:

- с выбором одного или двух ответов из нескольких предложенных;
- с кратким ответом.

Экзаменационная работа состоит из трёх частей. Часть 1 – инвариантная: включает текст (естественные, точные науки) и три задания, которые позволяют проверить умение работать с явно заданной информацией. Части 2 и 3 – вариативные: содержат по шесть заданий, из которых участнику необходимо выбрать не более четырёх в каждой части. Выбор более четырёх заданий в частях 2 и 3 не допускается.

Задания части 2 позволяют проверить фундаментальные знания по профильным предметам (математика, физика, информатика) и универсальные умения. Задания части 3 проверяют специальные знания и умение решать вероятностные и комбинаторные задачи, экстремальные задачи по геометрии, задачи по геометрической оптике и прочие.

Задание считается выбранным, если на него дан ответ. Экзаменуемый может изменить свой выбор в процессе выполнения работы путём удаления ответа к одному заданию и сохранения ответа к другому заданию.

Для получения максимального балла на теоретической части экзамена необходимо правильно выполнить 11 из 15 заданий: три задания части 1, четыре задания части 2, четыре задания части 3.

5. Система оценивания отдельных частей и работы в целом

Задание считается выполненным, если ответ обучающегося совпал с эталоном. Максимальный балл за выполнение заданий:

- часть 1 – 4 балла;
- часть 2 – 8 баллов;
- часть 3 – 8 баллов.

Первичный максимальный балл за выполнение всей работы – 20 баллов.

Перевод из первичных баллов в тестовый осуществляется по линейной форме. Линейный коэффициент перевода: 2.

Приложение 1 «Обобщённый план теоретической части предпрофессионального экзамена для обучающихся академических (научно-технологических) классов, выбравших одно из направлений практической части: "Физика", "Прикладная физика", "Экспериментальная физика", "Техническая физика", "Физико-математическое", "Математика", "Прикладная математика", "Информатика", "Бизнес-информатика", "Робототехника", "Программирование и ИКТ", "Цифровое моделирование", "Информационное (ИКТ)", "Блокчейн-технологии и их применение", "Цифровые коммуникации", "Инженерия (по отраслям)", "Программирование"».

Приложение 2 «Демонстрационный вариант теоретической части предпрофессионального экзамена для обучающихся академических (научно-технологических) классов, выбравших одно из направлений практической части: "Физика", "Прикладная физика", "Экспериментальная физика", "Техническая физика", "Физико-математическое", "Математика", "Прикладная математика", "Информатика", "Бизнес-информатика", "Робототехника", "Программирование и ИКТ", "Цифровое моделирование", "Информационное (ИКТ)", "Блокчейн-технологии и их применение", "Цифровые коммуникации", "Инженерия (по отраслям)", "Программирование"».

**Обобщённый план теоретической части предпрофессионального экзамена
для обучающихся академических (научно-технологических) классов,
выбравших одно из направлений практической части: «Физика», «Прикладная
физика», «Экспериментальная физика», «Техническая физика», «Физико-
математическое», «Математика», «Прикладная математика», «Информатика»,
«Бизнес-информатика», «Робототехника», «Программирование и ИКТ», «Цифровое
моделирование», «Информационное (ИКТ)», «Блокчейн-технологии и их
применение», «Цифровые коммуникации», «Инженерия (по отраслям)»,
«Программирование»**

№	Тип задания	Предмет	Проверяемые умения
Часть 1			
1	ВО	Текст	Работать с информацией, представленной в тексте. Задание на соответствие или выбор верных утверждений
2	КО		
3	КО		
Часть 2			
4	ВО	Математика, физика	Исследовать и анализировать информацию, заданную графически
5	ВО	Информатика, математика	Решать задачи на построение логических связей и цепочек рассуждений
6	КО	Математика, информатика	Решать задачи на построение математической модели по заданной текстовой информации. Решать задачи на алгоритмизацию
7	КО	Физика, математика	Решать задачи по исследованию математической модели физического процесса
8	КО	Физика	Решать задачи по механике
9	КО	Информатика, математика	Решать задачи на комбинаторику, основы теории вероятностей
Часть 3			
10	КО	Математика	Решать экстремальные задачи по геометрии
11	КО	Физика	Решать задачи по геометрической оптике
12	КО	Информатика, математика	Решать задачи по основам теории множеств или основам теории графов
13	КО	Математика	Решать задачи на числа (делимость, игры, процессы)
14	КО	Физика	Применять метод математической индукции при решении физических задач
15	КО	Информатика, математика	Выполнять операции и перевод между различными системами счисления. Решать задачи на основы шифрования

* ВО – задание с выбором ответа, КО – задание с кратким ответом.

**Демонстрационный вариант теоретической части
предпрофессионального экзамена для обучающихся академических
(научно-технологических) классов,
выбравших одно из направлений практической части: «Физика»,
«Прикладная физика», «Экспериментальная физика», «Техническая
физика», «Физико-математическое», «Математика», «Прикладная
математика», «Информатика», «Бизнес-информатика»,
«Робототехника», «Программирование и ИКТ», «Цифровое
моделирование», «Информационное (ИКТ)», «Блокчейн-технологии и их
применение», «Цифровые коммуникации», «Инженерия (по отраслям)»,
«Программирование»**

Часть 1

***Прочитайте текст и, используя представленную в тексте информацию,
выполните задания 1–3.***

Спекл-эффект

Все предметы, отражающие свет, можно разделить на зеркально и на диффузно отражающие (рассеивающие). Именно к последнему типу относится большинство окружающих нас предметов. Условие диффузного отражения, т. е. такого, при котором освещающее излучение рассеивается в достаточно большом телесном угле, заключается в том, чтобы среднеквадратическая высота микроструктуры поверхности была больше длины волны этого излучения. Ещё в середине XX века академиком И.В. Обреимовым было показано, что микроструктура поверхности объектов определяет картину диффузного отражения, которая описывается случайной функцией пространственных координат.

Вскоре после изобретения лазеров было замечено, что эта случайная зависимость переносится и на лазерное излучение, рассеянное такой поверхностью. В результате образуется так называемый спекл-эффект (рис. 1), представляющий собой случайную модуляцию интенсивности рассеянного излучения и наблюдающийся как в плоскости изображения, так и в любой промежуточной плоскости оптической системы или свободного пространства. (В переводе с английского «спекл» означает зерно, пятно.)

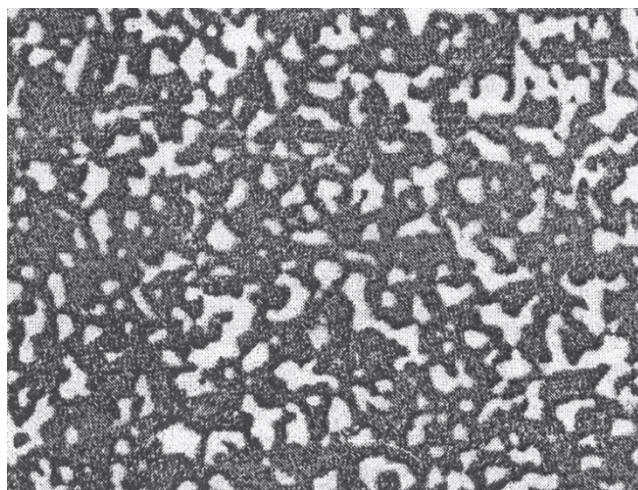


Рис. 1. Спекл-эффект в свободном пространстве, полученный при освещении излучением лазера круга диаметром 2 мм на матовом стекле

Спекл-эффект можно наблюдать не только в отражённом излучении, но и в прошедшем, например, через матовое стекло.

На первый взгляд может показаться, что эти хаотически распределённые световые пятна не поддаются точному научному описанию и могут быть полезны только в изобразительном искусстве. Однако и здесь физики нашли «пищу» для своего пытливого ума. Их заинтересовали такие вопросы: что влияет на средний размер световых пятен в спекл-структуре? какие параметры оптической системы нужно менять для получения желаемой картины? Оказалось, что спекл-эффект тесно связан с явлением дифракции на отверстиях.

Напомним, что при прохождении монохроматических лучей 1, 2 (рис. 2) через малое круглое отверстие в непрозрачном экране 3 в плоскости изображения 4 будет наблюдаться дифракционная картина. При этом размер светового пятна дифракционного максимума будет равен

$$\delta = \left(\lambda / d \right) b. \quad (1)$$

Здесь λ – длина волны падающего света, b – расстояние от него до плоскости наблюдения, d – диаметр отверстия.

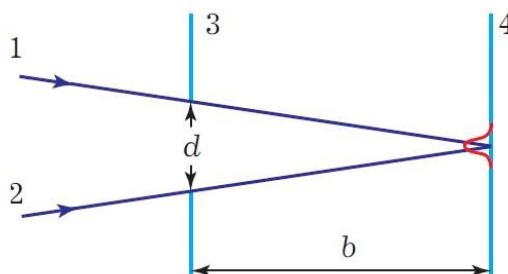


Рис. 2. К определению среднего размера спекл-структуры

В достаточно сложных теоретических работах было показано, что средний размер элементов спекл-структуры совпадает с размером

дифракционного максимума. Значит, их размер может быть оценён по формуле (1). В этом случае под d следует понимать диаметр светового пучка, падающего на матовое стекло. В демонстрационном эксперименте, схема которого показана на рис. 3, размер d легко регулируется.

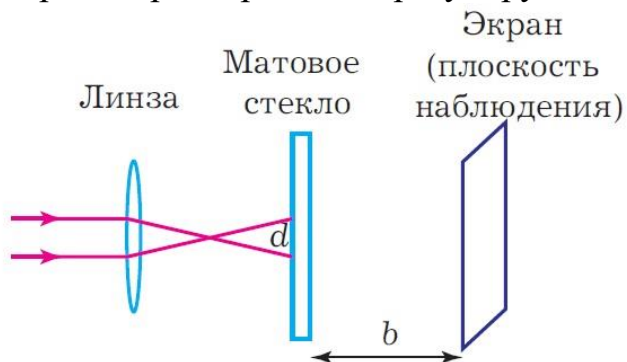


Рис. 3. Схема демонстрации спекл-эффекта

Действительно, если матовое стекло сместить в заднюю фокальную плоскость линзы (d – мало), то в плоскости наблюдения, например на листе белой бумаги, будет всего 1–2 элемента спекл-структуры. Удаление матового стекла от этой плоскости приводит к увеличению d и, соответственно, к уменьшению δ . Особенно красивая картина наблюдается, если сделать δ равным нескольким миллиметрам, – тогда она будет напоминать вид звёздного неба в ясную погоду. Если же смещать матовое стекло перпендикулярно плоскости рисунка, то одни яркие элементы спекл-структуры будут гаснуть, а вместо них вспыхивать другие.

Другая интересная возможность – иное освещение участка матового стекла, что приводит к изменению формы усреднённого элемента спекл-структуры, случайно меняющейся в разных координатах (рис. 4).

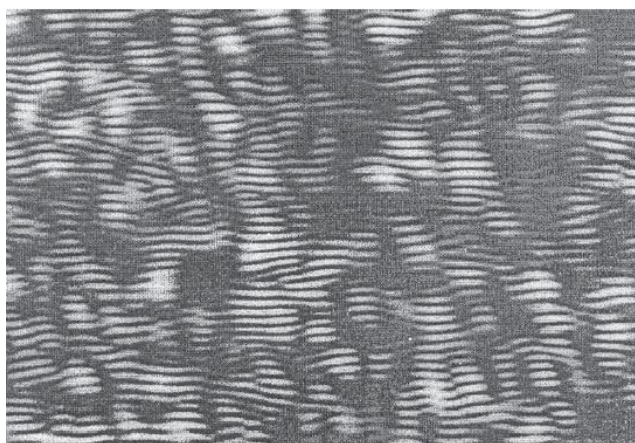


Рис. 4. Спекл-структура, полученная в свободном пространстве при освещении на матовом стекле двух круглых отверстий, расстояние между которыми в несколько раз больше, чем их диаметр

Таким образом, с помощью спекл-эффекта можно получать различные рисунки и композиции. Дополнительные возможности открывает компьютерная обработка спекл-структуры. Действительно, спекл-эффект наблюдается в когерентном лазерном излучении, и поэтому его «картинка» одноцветная. При помощи компьютерной обработки к ней можно добавить фон другого цвета, ввести полутона в псевдоцвета, т. е. каждому полутону поставить в соответствие свой цвет. Можно также «законтрастировать» спекл-структуру. Так, на рис. 5 представлен спекл-эффект, полученный при повышении контраста и добавлении однородного серого фона.



Рис. 5. Спекл-структура, полученная в свободном пространстве в случае освещения целевого участка на матовом стекле при дополнительной компьютерной обработке

Спекл-эффект находит широкое применение в измерительной технике. Так, на его основе разработано новое направление в интерферометрии – спекл-интерферометрия. Это один из методов пространственной интерферометрии, основанный на анализе зернистой структуры изображения объекта. Предложен в 1970 году Антуаном Лабейри. Метод позволил решить ряд задач, считавшихся в принципе неразрешимыми в классической и голографической интерферометрии. Например, оказалось возможным сравнивать по размерам и форме образцовое и контролируемые изделия, обладающие шероховатой поверхностью. Одним из полезных применений спекл-эффекта может быть проверка подлинности бумажных документов. Ведь шероховатость каждого клочка бумаги уникальна, и спекл-структура для неё является аналогом отпечатков пальцев для человека.

1

Установите соответствие между понятиями и их определениями. Для каждой позиции первого столбца укажите одну позицию второго столбца.

Понятие	Определение
А) Спекл-эффект	1) Картина, на которой отчётливо наблюдаются светлые пятна, крапинки, которые разделены тёмными участками изображения
Б) Спекл-структура	2) Метод пространственной интерферометрии, основанный на анализе зернистой структуры изображения объекта
В) Спекл-интерферометрия	3) Случайная модуляция интенсивности рассеянного излучения, наблюдающаяся в плоскости изображения

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	А	Б	В

2

Во сколько раз увеличится средний размер светлого пятна в спекл-структуре, если длину волны увеличить в 3 раза, а диаметр светового пучка, образующегося на матовом стекле, – в 2 раза?

Ответ: _____.

3

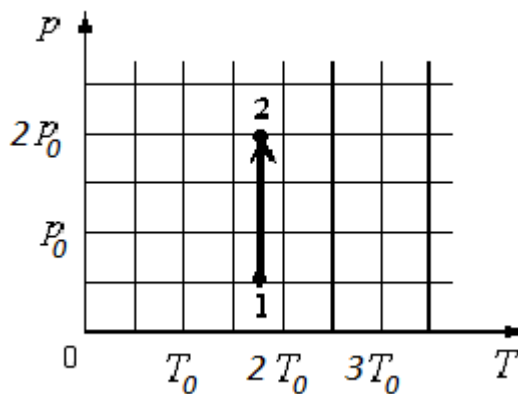
Определите длину волны падающего света, если диаметр светового пучка равен 0,5 мм, средний размер элемента спекл-структуры – 2 мм, а расстояние между матовым стеклом и экраном составляет 2 м. Ответ дайте в мкм.

Ответ: _____.

Часть 2

4

Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа в процессе уменьшается в 2 раза. Определите отношение объёмов газа в начальном и конечном состояниях. Результат выразите в виде целого числа.



- 1) 4
- 2) 6
- 3) 8
- 4) 10

5

Среди приведённых ниже высказываний выберите те, где высказывание X является необходимым, но недостаточным условием для высказывания Y.

- 1) $X: a < 8, Y: a < 9$
- 2) $X: \text{число делится на } 5, Y: \text{число делится на } 10$
- 3) $X: \text{прямые лежат в одной плоскости}, Y: \text{прямые параллельны}$
- 4) $X: \text{четырёхугольник} - \text{квадрат}, Y: \text{четырёхугольник} - \text{ромб}$

6

Почти все продуктовые товары (и большинство других) содержат идентификационный штрихкод на обёртке (супермаркеты используют их как для проверки продаж, так и для контроля запасов). Существует два типа EAN (сокращение от европейского артикульного номера, хотя в настоящее время было изменено на международный артикульный номер) – EAN-13 (количество цифр кода равно 13) и EAN-8 (количество цифр кода равно 8). В данном примере будем рассматривать 8-значный код. Номер состоит из трёх частей:

00	39910	4
Код продавца	Код продукта	Контрольная цифра

Контрольная цифра выбирается так, чтобы значение выражения $3 \times (1\text{ая} + 3\text{я} + 5\text{ая} + 7\text{ая цифра}) + (2\text{ая} + 4\text{ая} + 6\text{ая} + 8\text{ая цифра})$ делилось без остатка на 10 (нумерация цифр кода осуществляется слева направо).

Для чисел выше

$3 \times (0 + 3 + 9 + 0) + (0 + 9 + 1 + 4) = 3 \times 12 + 14 = 36 + 14 = 50$, что делится на 10.

Если контрольная цифра ошибочная, оптический считыватель штрихкода отклонит код.

Найдите контрольную цифру для следующего кода: 5021421х.

Ответ: _____.

7

Варикап – полупроводниковый диод, который изменяет свою ёмкость пропорционально величине приложенного напряжения. Для настройки колебательного контура на радиостанцию используют два варикапа, соединённых последовательно. Ёмкость первого варикапа C_1 меняется в диапазоне от 150 до 300 пФ, а ёмкость второго C_2 – от 350 до 450 пФ. Общая ёмкость колебательного контура C в этом случае связана с ёмкостями варикапов следующим соотношением:

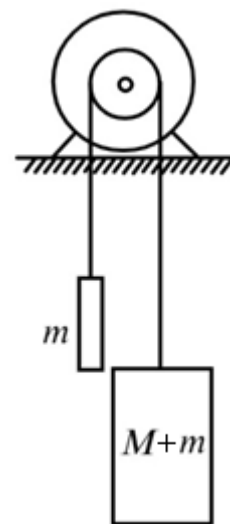
$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

Укажите наименьшую ёмкость C_1 , при которой возможна настройка колебательного контура данными варикапами, если для этого необходимо, чтобы результирующая ёмкость была равна 150 пФ. Ответ выразите в пФ.

Ответ: _____.

8

Пассажирский лифт в многоэтажных домах имеет грузоподъёмность $M = 320$ кг. Для облегчения работы двигателя и обеспечения безопасности по шахте параллельно кабине перемещается противовес массой m , равной массе кабины. Скорость лифта 1 м/с. Определите мощность, развиваемую двигателем при подъёме лифта с максимальной загрузкой, с учётом запаса мощности в 25% от необходимой мощности. Ответ дайте в кВт. Трением в узлах механизма пренебречь. Принять ускорение свободного падения равным 10 м/с².



Ответ: _____.

9

В одной киберспортивной игре принимало участие 16 команд в турнире. На первом этапе каждая команда сыграла по одной партии с каждой из остальных команд. Во второй этап прошло 8 команд, которые также сыграли по одной партии. Сколько партий было сыграно в турнире?

Ответ: _____.

Часть 3

10

Найдите высоту усечённого конуса наибольшей боковой поверхности, вписанного в полусферу радиуса $R = 3\sqrt{2}$ см. Ответ дайте в см.

Ответ: _____.

11

Между двумя точечными источниками света поместили линзу так, что изображение обоих источников получилось в одной точке. Расстояния между точечными источниками света и линзой $d_1 = 5$ см и $d_2 = 20$ см. Определите оптическую силу линзы в диоптриях.

Ответ: _____.

12

В текущем учебном году в 11-м математическом классе каждый ученик принял участие хотя бы в одной олимпиаде: по информатике, по физике, по математике. В олимпиадах по информатике или физике участвовал 21 ученик, по информатике или математике – 22 ученика, по физике или математике – 23 ученика. Не менее двух олимпиад выбрали 10 учащихся. Сколько учеников участвовали только в одной олимпиаде?

Ответ: _____.

13

Укажите количество трёхзначных натуральных чисел, делящихся нацело на 2 и на 7 , но не делящихся на 3 ?

Ответ: _____.

14

Один из заряженных металлических шариков привели последовательно в соприкосновение с пятью другими незаряженными. Определите силу взаимодействия на расстоянии 1 м между первым и шестым шариком после последнего соприкосновения, если первоначальный заряд первого шарика был равен 16 нКл. Коэффициент пропорциональности k в законе Кулона равен $9 \cdot 10^9 \cdot \frac{Н \cdot м^2}{Кл^2}$. Ответ запишите в наноニュтонах.

Ответ: _____.

15

Зашифруйте слово «модификация» с помощью числового ключа $K = 1572$ при следующих условиях:

- в русском алфавите 33 буквы (буквы е и ё считаются различными);
- нумерация букв начинается с нуля.

Шифрующее преобразование имеет вид: $C = f(p) \equiv (p + k)(\text{mod } N)$, где C – искомая буква, p – номер буквы в русском алфавите, k – цифра числового ключа, N – количество букв в алфавите, операция $(X)(\text{mod } Y)$ находит остаток от деления X на Y .

В таблице ниже приведено соответствие цифр числового ключа и букв шифруемого слова.

1	5	7	2	1	5	7	2	1	5	7
м	о	д	и	ф	и	к	а	ц	и	я

В ответ запишите получившееся слово.

Ответ: _____.

Ответы

Номер задания	Ответ			Баллы
Часть 1				
1				1
	A	Б	В	
	3	1	2	
2	1,5			1
3	0,5			2
Итог				4
Часть 2				
4	3			2
5	23			2
6	1			2
7	225			2
8	4			2
9	148			2
Итог				8 (за 4 задания)
Часть 3				
10	4			2
11	12,5			2
12	18			2
13	43			2
14	2,25			2
15	нуккхнсвчнё			2
Итог				8 (за 4 задания)
Максимальный первичный балл				20