

**Новосибирский государственный университет**  
**Физический факультет**  
**направление подготовки 03.04.02 «Физика»**  
**профиль подготовки «Информационные процессы и системы»**

**Программа вступительного экзамена в магистратуру**

**«Физические основы информатики»**

Основные разделы

1. Типы жидких кристаллов. Эффект Фредерикса. Жидкокристаллические индикаторы (ЖКИ). Возможность создания окраски в ЖКИ. Способы создания дисплейных структур (как устроены и работают различные индикаторы). Пассивные и активные матрицы ЖКИ. Микроплазменные, электронно-лучевые, электровакуумные, люминесцентные, накаливаемые индикаторы. Виртуальный ретинальный дисплей. Системы с проекцией на большой экран. Стерео- и трёхмерные системы визуализации.
2. Анализ работы системы "глаз-дисплей". Структура сетчатки и зрительного нервного тракта. Динамический диапазон зрительного тракта. Спектральные характеристики глаза. Размер зрачка, аккомодация к свету и темноте. Закон экспозиций для глаза. Колориметрические системы координат. Временные, спектральные и пространственные характеристики дисплеев. Частота обновления изображения. Антибликовые и защитные экраны и покрытия - устройство и принцип работы. Методы демонстрации стереоизображений. Ухо как приемник информации.
3. Принтеры: точечные, струйные, лазерные. Термопринтеры и принтеры с термомпереносом тонера. Материалы, элементы конструкций, физический принцип действия устройств. Способы фиксации изображения. Оптико-механический тракт лазерного принтера (в приближении гауссовских пучков). Способы сканирования луча. Новые направления: светодиодные, ионные принтеры, микросхемы с массивом управляемых зеркал, голографические принтеры. Уникальные прецизионные фотопостроители для научных, типографских и промышленных целей.
4. МДП-конденсатор в режиме обеднения и инверсии. ПЗС линейки и матрицы - устройство, принцип работы и технология изготовления. Режимы накопления, переноса и считывания заряда. Спектральные характеристики. Динамический диапазон. Примеры применения в сканерах, видеокамерах, камкодерах, специальной технике. Получение информации о цвете и отношении сигнал-шум. Режим антиблуминга. Линейки и матрицы фотодиодов.
5. Волоконные световоды: принцип работы, устройство, материалы. Модовый состав излучения и дисперсия в волокне, картина дальнего и ближнего поля. Разъёмы, ответвители, оптические квантовые усилители, излучатели, фотоприемники. Ввод-вывод излучения и согласование с волокном. Принцип работы, устройство и методы изготовления одномодовых волокон. Элементы интегральной оптики. Электрооптические, акустооптические и магнитооптические элементы. Модуляторы, дефлекторы, мультиплексоры, усилители, коммутаторы. Ввод-вывод излучения в пленочном волноводе.
6. Оптические диски и дисководы. Физический принцип работы и конструкция считывающих головок. Сканирующий оптический микроскоп. Системы слежения за дорожкой. Материалы, технология и структура записи. Существующие разновидности форматов записи и дисководов. Защита от ошибок на примере кодирования записи двойным кодом Соломона-Рида с перемежением. Предварительно отформатированные диски для однократной и реверсивной

записи. Форматы CD, LV, ILV, CD-ROM, DVD. Магнитно-оптические диски и дисководы. Магнитные дисководы. Суперпарамагнитный предел.

7. Сравнение зонной структуры соединений АIII В IV , АII ВVI , кремния и германия. Прямозонные и непрямозонные полупроводники. Электронно-оптические приборы на основе твердых растворов и гетеропереходов соединений АIII В IV и АII ВVI . Светодиоды, лазеры, фотодиоды - принцип действия, технология, история создания, примеры применения в существующих блоках компьютеров и сетей. Логические элементы. Варианты электронно-оптических процессоров.

8. Коммутация и соединение блоков и компонентов. Физика и технология контактов. Механические контакты, пайка, сварка, термокомпрессия, напыление, вжигание, электрохимическое и химическое нанесение. Материалы, конструктивное исполнение и надежность.

9. Влияние развития биполярных и МДП-технологий на характеристики компьютеров последних поколений. Физические принципы работы ОЗУ, ППЗУ с ультрафиолетовым стиранием, ПЗУ. Новые методы литографии, легирования травления, роста пленок и новые материалы. Влияние технологии производства ИС на быстродействие и энергопотребление.

10. Нанотехнологии: успехи и проблемы. Возможные области применения. Молекулярная и поатомная сборка элементов. Полученные новых электронных элементов с помощью молекулярно-лучевой эпитаксии, электронной литографии, рентгеновской литографии, проекционной фотолитографии в области вакуумного ультрафиолета. Сверхрешетки. Криотронные элементы на переходах Джозефсона.

11. Проблемы развития компьютеров, связанные с увеличением быстродействия и микроминиатюризацией. Принципиальные физические и технологические ограничения быстродействия и размеров компьютера. Тепловой баланс процессора, соотношения между тактовой частотой и размером шины. Тепловое движение, радиоактивный и космический фон, размеры домена, p-n перехода, квантовые ограничения. Процессоры с новыми архитектурами и принципами действия.

### Примерный перечень задач к экзамену

1. Один и тот же нематический жидкий кристалл используется в часах и в notebook-компьютере. В часах он имеет толщину 50 мкм и рабочее напряжение 3В, а в компьютере - толщину 10 мкм и рабочее напряжение 5В. Во сколько раз время включения ЖКИ компьютера отличается от времени включения ЖКИ часов, если пороговое напряжение жидкого кристалла равно 1В. Опишите пути дальнейшего повышения быстродействия ЖКИ.

2. Трехмерный дисплей создается с помощью лазерного луча, отклоняемого дефлектором по координатам X,Y и рассеивающего экрана, вобулирующего вдоль оси Z. В центре поля изображение по XY состоит из 1000×1000 пикселей размером 0,3 мм. Какую глубину изображения можно получить по оси Z, если допустить изменение размера пикселя на всем расстоянии вдоль оси Z не более чем в 2 раза? Пучок гауссовский, длина волны 0,6 мкм.

3. Объяснить возникновение объемного эффекта при наблюдении картинок с периодическим узором «Magic Eye».

4. Как, используя компьютер с обычным SVGA монитором, создать устройство, отдельно возбуждающее зрительные центры левого полушария мозга с частотой 6 Гц, а правого - с частотой 10 Гц? Что стоит предпринять для повышения эффективности устройства? Опишите как можно более подробно детали.

5. Во сколько раз улучшится контрастность черно-белого изображения при наблюдении на свету, если экран монитора закрыть темным светофильтром с коэффициентом поглощения  $k = 5$ . Без

светофильтра яркость экрана выключенного монитора при освещении внешним светом в 3 раза слабее яркости свечения включенного монитора в темноте.

6. Датчик сканера состоит из ПЗС-линейки с ячейками площадью  $15 \times 15$  мкм. Толщина слоя окисла между кремнием и электродом ПЗС структуры 1000 ангстрем. Оценить уровень тепловых шумов структуры, если на выходе стоит повторитель напряжения. АЦП на сколько разрядов понадобится для оцифровки изображения без значительной потери качества? Температура комнатная ( $300^{\circ}$  К). Напряжение на электродах ячейки ПЗС 8В. Диэлектрическая постоянная окиси кремния = 3,75.

7. С каким фокусным расстоянием следует взять линзу для согласования гауссовского пучка света от лазера ЛГ-52 (интенсивность падает в  $e$  раз на расстоянии 0.03 см от оси, длина световой волны 0.63 мкм) с одномодовым градиентным волокном. Зависимость показателя преломления от

радиуса  $n(r) = n_0 - \frac{n_2}{2} \cdot r^2$ . Коэффициент  $n_2 = 3,3 \cdot 10^3 \text{ см}^{-2}$ . Показатель преломления на оси

волокна  $n_0 = 1,5$ .

8. Определить минимальный радиус сердцевины волоконного цилиндрического световода, при котором в нем могут существовать только две моды. Показатель преломления сердцевины постоянен и равен 1,505, показатель преломления оболочки 1,500. Длина волны света = 0,85 мкм

9. Какая энергия потребуется для создания одного пиксела на Bubble-Jet принтере 300 точек на дюйм, если чернила на водяной основе выдавливаются с помощью пузырькового вскипания на микросопротивлении? Какова максимальная мощность, потребляемая головкой при печатании документа формата А4 со скоростью одна строка в секунду? Ширина строки 2,4 мм.

10. До какой минимальной температуры необходимо нагреть целиком всю печатную плату, чтобы любую деталь можно было снять пинцетом? Известно, что припой олово свинцовый, но марка его точно не известна - между ПОС20 и ПОС90 (т.е. концентрация олова от 20% до 90%). Ответ обосновать.

11. Оценить мощность привода слежения за дорожкой в системе ILV (Interactive Laser Vision), если биения дорожки составляют  $X_0 = 1000$  мкм, а эффективная масса светового пера  $M = 10$  г. Во сколько раз изменится мощность при переходе от системы PAL (частота кадров  $f_0 = 50$  Гц) к системе NTSC (частота кадров  $f_0 = 60$  Гц)? Какой ток необходим в катушках отклонения, если их сопротивление  $R = 50$  Ом?

12. Для полупроводникового лазера на основе твердого раствора  $Ga_xAl_{1-x}As$  оценить наибольшую возможную длину волны излучения.

### Основная литература

1. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. Учебное пособие для вузов. - М.: Наука. - 1990. - 688 С.
2. Методы компьютерной обработки изображений. / Под ред. В.А.Сойфера. – М.: Физматлит, 2001. – 781 с. – ISBN 5-9221-0180-3.
3. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники./Пер. с англ. под ред. Гальперина М. В. - М.: Мир, 1983. - т.1-2.- 590 с.
4. Чего можно ожидать от цифрового звука. С. Андрианов. Мир ПК, №1, 2004. с. 126-134. [http:// www. pcworld. ru](http://www.pcworld.ru).
5. Клишкин В. Ф., Папырин А. Н., Солоухин Р. И. Оптические методы регистрации быстропротекающих процессов.- Новосибирск: Наука, 1980.- 208 с.

6. Пальчиков Е. И., Биченков Е. И. Приборы и некоторые методы импульсной рентгенографии быстропротекающих процессов // Физика горения и взрыва.- 1997.- т.33, №3.- стр. 159-167.
7. Пальчиков Е.И. Физические основы информатики. Новосибирск.2010  
[www.phys.nsu.ru/demo](http://www.phys.nsu.ru/demo)

### **Дополнительная литература**

1. Сонин А.С. Введение в физику жидких кристаллов. – М.: Наука, 1983. – 320 с.
2. Линдсей П., Норман Д., Переработка информации у человека. / пер. с англ. п/р А.Р. Лурия. - Москва: Мир, 1974. - 550 с.
3. Вавилов С.В. Глаз и Солнце. Изд 4-е. М.: АН СССР. 1941 г. 86 с.  
[http://nauka1941-1945.ru/files/pdf/EB\\_1941\\_AKS\\_00000079.pdf](http://nauka1941-1945.ru/files/pdf/EB_1941_AKS_00000079.pdf)
4. Дубовик А. С. Фотографическая регистрация быстропротекающих процессов.- Изд. 3-е.- М.: Наука, 1984.- 320 с.

### **Интернет-ресурсы**

1. Универсальные высокопроизводительные российские микропроцессоры и вычислительные комплексы. Высокопроизводительный микропроцессор нового поколения «Эльбрус», основанный на отечественной архитектуре E2K.  
<http://www.mcst.ru/>. <http://www.mcst.ru/mikroprocessor-i-sbis>. [http://www.mcst.ru/sum\\_komplekss](http://www.mcst.ru/sum_komplekss).
2. Бабаян Б.А. "Защищенные информационные системы". Архитектура E2K 2001.  
[http://www.mcst.ru/e2k\\_arch.shtml](http://www.mcst.ru/e2k_arch.shtml)  
[http://www.mcst.ru/files/521c57/7c6487/1a361c/000000/secure\\_information\\_system\\_v5\\_2r.pdf](http://www.mcst.ru/files/521c57/7c6487/1a361c/000000/secure_information_system_v5_2r.pdf)