

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ТГПУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан физико-математического факультета

  
*Е.Г. Пьяных*  
« 31 » августа 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б.1.В.13**

**Физические основы современных высоких технологий**

ТРУДОЕМКОСТЬ (В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ) - 3

**Направление подготовки (специальность):** 44.04.01 Педагогическое образование

**Направленность подготовки:** Физическое образование

**Квалификация (степень) выпускника:** магистр

**Форма обучения:** очная

## 1. Цели изучения учебной дисциплины.

Современное состояние физической науки характеризуется исключительно высокими темпами развития, которые сопровождаются соответствующим увеличением объема физической информации. Одновременно углубляется дифференциация знаний в отдельных разделах физики. Эта дифференциация естественным образом сопровождается усложнением математического аппарата и вычислительных методов в теории. Техника эксперимента становится все более и более изощренной. Как следствие, даже активно работающие исследователи начинают порой испытывать трудности в адекватной оценке значения результатов, полученных в смежных областях физики.

Подобное состояние дел в самой науке естественным образом отражается и на подготовке специалистов. Поэтому наличие интегрированного курса, который, хотя бы в общих чертах, ознакомил бы выпускника вуза с панорамой физических исследований, является насущно необходимым. Мы не предполагаем в данном курсе касаться тех разделов физики (квантовая теория полей, гравитация, космология и др.), в которых фундаментальные законы природы еще не установлены или нуждаются в уточнении. Мы выделяем лишь области физического знания, в основе которых, при всей их фундаментальности, лежат только такие законы классической и квантовой теории, справедливость которых в их области применимости достаточно давно и надежно установлена. Таким образом, знания, полученные слушателями в процессе изучения основной магистерской программы, в принципе достаточны для понимания физических идей, теорий, моделей, лежащих в основе развития современных высоких технологий.

В результате изучения данного курса слушатель должен получить целостное представление о текущем состоянии физики высоких технологий, перспективах развития, проблемах научного, технологического и этического характера, которые при этом возникают.

## 2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы.

Курс читается в рамках вариативной части профессионального цикла (дисциплины по выбору студента) основной образовательной программы в соответствии с ФГОС ВО по направлению 44.04.01 Педагогическое образование в течение одного семестра. Для успешного усвоения курса студенты должны на уровне бакалавриата обладать знаниями, умениями и владениями по курсам общей физики, высшей математики, основам теоретической физики и обладать рядом компетенций, формируемым на уровне бакалаврской подготовки.

Данная дисциплина является логическим продолжением курса «Современные проблемы науки и образования». Для изучения данной учебной дисциплины используются знания, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин «Активные методы обучения в старшей школе», «Методика обучения естествознанию в старших классах». Знания, полученные при изучении курса, используются при изучении дисциплин «Теория и практика учебного физического эксперимента», «Постановка лабораторного практикума по физике в инновационном вузе».

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП.

В результате освоения данного курса студент должен обладать знаниями, которые обеспечат ему уверенное понимание физического содержания научно-популярных, а также и обзорных статей в литературных источниках физико-математического и общепрофессионального направления, и умение адаптировать эту информацию применительно к своей профессиональной деятельности в образовательном процессе.

Выпускник должен обладать следующими **общекультурными компетенциями (ОК):**

- способностью самостоятельно приобретать и использовать, в том числе с помощью информационных технологий новые знания и умения, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности (ОК-5);

Выпускник должен обладать следующими **общепрофессиональными компетенциями (ОПК):**

- способностью осуществлять профессиональное и личностное самообразование, проектировать дальнейшие образовательные маршруты и профессиональную карьеру (ОПК-4).

Выпускник должен обладать следующими **профессиональными компетенциями (ПК):**

- способность разрабатывать и реализовывать просветительские программы в целях популяризации научных знаний и культурных традиций (ПК-19).

В результате изучения дисциплины студенты должны:

**знать:**

- современные тенденции развития образовательной системы;
- критерии инновационных процессов в образовании;
- принципы использования современных информационных технологий в профессиональной деятельности;

**уметь:**

- осваивать ресурсы образовательных систем и проектировать их развитие;
- интегрировать современные информационные технологии в образовательную деятельность;
- выстраивать и реализовывать перспективные линии профессионального саморазвития с учетом инновационных тенденций в современном образовании;

**владеть:**

- способами пополнения профессиональных знаний на основе использования оригинальных источников, в том числе электронных и на иностранном языке, из разных областей общей и профессиональной культуры;
- технологиями проведения опытно-экспериментальной работы, участия в инновационных процессах.

#### 4. Общая трудоемкость дисциплины - 3 зачетные единицы и виды учебной работы.

Вид учебной работы	Трудоемкость (в соответствии с учебным планом) (час)	Распределение по семестрам (в соответствии с учебным планом) (час)
	Всего 108	3
Аудиторные занятия	16 (в т.ч. в интерак. форме - 8)	16 (в т.ч. в интерак. форме - 8)
Лекции	-	-
Практические занятия	16	16
Семинары	-	-
Лабораторные работы	-	-
Другие виды аудиторных работ	-	-
Другие виды работ	-	-
Самостоятельная работа	92	92
Курсовой проект (работа)	-	-
Расчетно-графические работы	-	-
Формы текущего контроля	-	Защита рефератов , подготовка докладов-
Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом	-	Зачет

#### 5. Содержание программы учебной дисциплины.

##### 5.1. Разделы учебной дисциплины.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Аудиторные часы					Самост. работа
		ВСЕГО	Лекции	Практ. (семинары)	Лабор. работы	В т.ч. интерак. формы обучения (не менее 40 %)	
1	Полупроводниковая микроэлектроника.	2	-	2	-	1	12
2	Нанотехнологии и наноэлектроника.	3	-	2	-	2	14
3	Квантовая и нелинейная	2	-	2	-	1	12

	оптика.						
4	Сверхпроводниковая техника.	2	-	2	-	1	12
5	Электронный и ядерный магнитный резонанс.	2	-	2	-	1	12
6	Современные технологии в вычислительной технике, связи и управлении.	3	-	2	-	1	12
7.	Квантовая информация.	2	-	2	-	1	12
	<b>Итого:</b>	<b>16/0,4 з.е.</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>8/50%</b>	<b>92</b>

## 5.2. Содержание разделов дисциплины.

### 1. Полупроводниковая микроэлектроника.

Основные понятия теории конденсированного состояния вещества. Квантование энергии. Зонная теория. Квазичастицы. Электроны и дырки. Фононы. Электропроводность металлов и полупроводников. Влияние и роль примесей. Гальваномагнитные явления. Эффект Холла. Термоэлектрический эффект. Магнетосопротивление. Принципы работы основных элементов полупроводниковой микроэлектроники. Электронно-дырочный переход. Выпрямление тока. Полупроводниковый диод. Светодиод. Фоторезистор. Транзистор. Физические основы полупроводникового материаловедения. Эпитаксия. Литография. Интегральные схемы. Современные технологии производства и сборки полупроводниковых микросхем. Бытовые и промышленные применения микроэлектроники.

### 2. Нанотехнологии и наноэлектроника.

Макро микро и нано масштабы строения вещества. Квантовый туннельный эффект. Размерное квантование. Классификация наноматериалов. Наночастицы, нанотрубки и нановолокна. Нанокристаллические материалы. Технологии получения наноматериалов. Основные свойства самоорганизующихся систем. Использование самоорганизации в нанотехнологиях. Инструменты нанотехнологий. Электронная просвечивающая микроскопия. Полевая ионная микроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия. Кластеры и особенности их свойств, применения. Углеродные наноструктуры, получение и применения углеродных наноструктур.

Квантовый транспорт заряда. Одноэлектронный транзистор. Резонансно-туннельный диод. Источники света на основе наноструктур. Светодиоды. Каскадные лазеры. Оптоэлектроника. Нанокomпьютеры. Микроэлектромеханические системы. Силовые элементы МЭМС на основе углеродных нанотрубок. Нанопокрyтия. Катализаторы и фильтры. Связь нанотехнологий с проблемами микробиологии. Нанотехнологии в медицине.

### 3. Квантовая и нелинейная оптика.

Основные понятия квантовой теории излучения и взаимодействия света с веществом. Квантовые усилители и генераторы света. Трехуровневая система. Принципиальная схема лазера. Свойства лазерного излучения. Газовые и твердотельные лазеры. Импульсные лазеры и лазеры непрерывного действия. Лазеры оптического, инфракрасного и УФ диапазона. Перспективы создания гамма – лазеров. Нелинейная восприимчивость и нелинейные оптические среды. Генерация и смешивание гармоник. Оптическое просветление. Генерация сверхкоротких оптических импульсов. Фемтосекундная лазерная техника. Многофотонные процессы. Нелинейная рефракция. Сверхизлучение. Самоиндуцированная прозрачность. Приборы ночного видения. Лазерное управление химической динамикой. Применения лазеров в полупроводниковом материаловедении. Лазеры в медицине. Лазерная сварка и отжиг. Перспективы развития.

### 4. Сверхпроводниковая техника.

Сверхпроводимость и ее макроскопические проявления. Феноменологическая теория сверхпроводимости Гинзбурга-Ландау. Особенности фазового перехода в состояние сверхпроводимости. Микроскопическая (квантовая) теория сверхпроводимости – основные понятия. Проблема высокотемпературной сверхпроводимости. Высокотемпературные сверхпроводящие купраты. Эффект Джозефсона. Практические применения сверхпроводников. Магнитометры. Квантовые интерферометры. Сквиды. Цифровые устройства. Медицинские приложения.

## **5. Электронный и ядерный магнитный резонанс.**

Физические основы ЭМР и ЭПР. Теория Блоха. Применение в физике, химии и молекулярной биологии. Принципы томографии. Приложения в области клинической медицины.

## **6. Современные технологии в вычислительной технике, связи и управлении.**

Принципы хранения и передачи информации. Современные способы записи, хранения и воспроизведения данных. Современные оптические и магнитные носители. Принципы работы сотовой связи. Оптоволоконные линии связи. Спутниковые каналы.

## **7. Квантовая информация.**

Закон Мура в развитии вычислительной техники и средств связи. Квантовые компьютеры. Кубит. Принцип работы квантового компьютера, его принципиальные отличия от классических схем. Квантовые вычислительные алгоритмы: Гора и Шора. Физические реализации кубита. Проблема декогерентизации и пути ее решения. Проблемы квантовой информации. Перепутанные квантовые состояния. Квантовая телепортация. Нейрокомпьютер.

### **5.3. Лабораторный практикум.**

Лабораторный практикум не предусмотрен.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы по дисциплине.**

### **6.1. Основная литература по дисциплине:**

1. Воронов, В.К. Физика на переломе тысячелетий: физические основы нанотехнологий / В.К. Воронов, А. В. Подоплелов, Р. З. Сагдеев. – М. : URSS, 2011. – 429 с.
2. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела / Г. И. Епифанов. – Лань, 2011. – 287 с.
3. Шевердяев, О.Н. Нанотехнологии и наноматериалы / О.Н. Шевердяев. – МГОУ, 2009. – 112 с.
4. Кобаяси, Н. Введение в нанотехнологию / Н. Кобаяси – М. : Бином, 2008. – 134 с., ил.
5. Светухин, В.В. Введение в нанотехнологии / авт.кол. В.В. Светухин и др., УлГУ : Ульяновск, 2008, – 160 с., ил.

### **6.2. Дополнительная литература:**

1. Типлер, П. Современная физика: в 2-х томах. / П. Типлер, Р. Луеллин. – М. : Мир, 2007. – 416 с.
2. Холево, А.С. Квантовые системы, каналы, Информация / А.С. Холево. – МЦНМО, 2010. – 323 с.
3. Воронов, В.К. Современная физика. / В.К.Воронов, А.В. Подоплелов. – М. : КомКнига, 2005. – 510 с.
4. Верещагин, И.К. Физика твердого тела : учеб.пособие для вузов / И.К. Верещагин, С.М. Кокин, В.А. Никитенко, В.А. Селезнев, Е.А. Серов. – М. : Высшая школа, 2001. – 237 с.,ил.
5. Суздаев, И.П. Нанотехнология / И.П. Суздаев. – М. : URSS, 2005 – 589 с.
6. Чернавский, Д.С. Динамическая теория информации / Д.С. Чернавский. – М. : УРСС, 2004. – 215 с.
7. Современные проблемы физики и высокие технологии / сб. статей – Томск : НТЛ, 2003 – 532 с.
8. Шик, А.Я. Физика низкоразмерных систем / А.Я. Шик , Л.Г. Бакуева, С.Ф. Мусихин, С.А. Рыков – С-Пб : Наука, 2001. – 186 с.
9. Воробьев, Л.Е. Оптические свойства наноструктур / Л.Е. Воробьев, Е.Л. Ивченко, Д.А. Фирсов, В.А. Шалыгин. – С-Пб. :Наука, 2001. – 187 с.
10. Рыбалкина, М.А. Нанотехнологии для всех / М.А .Рыбалкина. – М. : NNN, 2005. – 434 с.
11. Берман, Г.П. Введение в квантовые компьютеры / Г.П. Берман, Г.Д. Дулен, Р. Майнбери, В.И. Цифринович. – М. :R&C, 2004. – 187 с.
12. Егорушкин, В.Е. Физика неравновесных явлений / В.Е. Егорушкин. – Томск : ИНТЛ, 2001. – 114 с.
13. Гридчин, В.А. Основы наноэлектроники / В.А. Гридчин, В.П. Драгунов, И.Г. Неизвестный. – Н-ск : Изд. НГТУ, 2004. – 496 с.
14. Валиев, К.А. Квантовые компьютеры и квантовые вычисления / К.А. Валиев. – Успехи физических наук, т.175, №1, 2005 г.
15. Займан, Дж. Принципы теории твердого тела / Дж. Займан. – М. : Мир, 1974. – 256 с.
16. Хартманн, У. Очарование нанотехнологии / У. Хартманн. – М. : Бином, 2008. – 173 с., ил.
17. Балабанов, В.И. Нанотехнологии. Правда и вымысел / В.И. Балабанов, И.В. Балабанов. – М. : Эксмо, 2010. – 382 с.
18. Ярив, А., Введение в теорию и приложения квантовой механики / А. Ярив – М. : Наука, 1984. – 359 с.

19. Медведев, Б.В. Начала теоретической физики / Б.В. Медведев. – М.: Наука, 1977 – 497 с.
20. Лоудон, Р. Квантовая теория света / Лоудон Р. – М. : Мир, 1976 г.
21. Вонсовский, С.В. Квантовая физика твердого тела / С.В. Вонсовский, М.И. Кацнельсон. – М. : Наука, 1983 г.
22. Трушин, Ю.В. Физическое материаловедение / Ю.В.Трушин. – С-Пб. : Наука, 2000. – 286 с.
23. Тарасов, Л.В. Введение в квантовую оптику / Л.В.Тарасов. – М. : Высшая школа, 1987. – 304 с.
24. Проблемы высокотемпературной сверхпроводимости / Под.ред. Гинзбурга В.Л., Киржница Д.А. – М. : Наука, 1977. – 399 с.

**6.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети интернет, необходимых для освоения дисциплины:**

Интернет-ресурсы:

[www.nanonewsnet.ru](http://www.nanonewsnet.ru)

[www.neuroelectronics.ru](http://www.neuroelectronics.ru)

[www.knigafund.ru](http://www.knigafund.ru)

**6.4. Рекомендации по использованию информационных технологий, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем..**

№ п/п	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины	Наименование материалов обучения, пакетов программного обеспечения	Наименование технических и аудиовизуальных средств, используемых с целью демонстрации материалов
1.	Полупроводниковая микроэлектроника	Слайды	Компьютер, видеопроектор, интерактивная доска
2.	Нанотехнологии и наноэлектроника	Слайды	Компьютер, видеопроектор, интерактивная доска
3.	Квантовая и нелинейная оптика.	Слайды	Компьютер, видеопроектор, интерактивная доска
4.	Сверхпроводниковая техника.	Слайды	Компьютер, видеопроектор, интерактивная доска
5.	Электронный и ядерный магнитный резонанс.	Слайды	Компьютер, видеопроектор, интерактивная доска
6.	Современные технологии в вычислительной технике, связи и управлении.	Слайды	Компьютер, видеопроектор, интерактивная доска
7.	Квантовая информация.	Слайды	Компьютер, видеопроектор, интерактивная доска

Занятия по курсу проходят в специально оборудованных аудиториях, с использованием интерактивной доски и оборудованных компьютерами студенческих рабочих мест с выходом в Internet. На некоторых занятиях используются натурные демонстрации некоторых нелинейных осцилляторов и нелинейных процессов.

**7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

**7.1. Методические указания для студентов.**

Магистрантам предлагается использовать рекомендованную литературу для более прочного усвоения учебного материала, изложенного в лекциях, а также для изучения материала, запланированного для самостоятельной работы, поскольку неизученный материал может привести к трудностям при дальнейшем изучении предмета.

Магистрантам необходимо выполнить индивидуальные задания по основным темам курса, оценки за которые учитываются при выставлении оценок на экзамене. Выполнение заданий, вынесенных на самостоятельную работу, проверяются преподавателем в течение семестра.

При подготовке к занятиям:

- конспектировать основное содержание тем;
- формулировать вопросы, требующие разъяснения;
- активно участвовать в разработке темы;
- совершенствовать речь на основе правильного употребления терминов.

## 8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 8.1. Тематика рефератов.

1. Интегральные схемы в микроэлектронике. Применение, технологические проблемы, перспективы развития.
2. Полупроводниковые гетероструктуры. История создания, технологии, приборная база.
3. Туннельный микроскоп. Физические принципы. Технологические аспекты применения.
4. Квантовые проволоки и точки. Проблемы и достижения.
5. Фуллерены и нанотрубки.
6. Высокотемпературная сверхпроводимость.
7. Сегнетоэлектрики и их применения.
8. Применения эффекта Джозефсона.
9. Дробный квантовый эффект Холла.
10. Электронный парамагнитный резонанс.
11. Физические основы принципов хранения и передачи информации.
12. Фемтосекундные лазеры.
13. Квантовая криптография.
14. Квантовая телепортация.
15. Интегральные схемы в микроэлектронике. Применение, технологические проблемы, перспективы развития.
16. Полупроводниковые гетероструктуры. История создания, технологии, приборная база.
17. Туннельный микроскоп. Физические принципы. Технологические аспекты применения.
18. Квантовые проволоки и точки. Проблемы и достижения.
19. Фуллерены и нанотрубки.
20. Высокотемпературная сверхпроводимость.
21. Сегнетоэлектрики и их применения.
22. Применения эффекта Джозефсона.
23. Дробный квантовый эффект Холла.
24. Электронный парамагнитный резонанс.
25. Физические основы принципов хранения и передачи информации.
26. Фемтосекундные лазеры.
27. Квантовая криптография.
28. Квантовая телепортация.

### 8.2. Вопросы и задания для самостоятельной работ, в том числе групповой самостоятельной работ:

1. Какие структуры в электронике называют структурами пониженной размерности?
2. Что в физике называют квазичастицей? Приведите примеры.
3. Что в физике понимают под жидко-кристаллическим состоянием вещества?
4. Какие изменения в энергию электрона вносит ограничение его движения в низкоразмерных структурах?
5. Перечислите известные методы получения гетероструктур, квантовых нитей и точек.
6. Какие технические устройства созданы на основе гетероструктур, квантовых нитей и точек?
7. Какое свойство вещества называют сверхпроводимостью и как природа этого явления объясняется квантовой теорией?
8. В каких устройствах используются джозефсоновские элементы сверхпроводимости?
9. Что понимается в физике под нелинейными свойствами? Приведите примеры линейных и нелинейных процессов.
10. Зачем нужны сверхкороткие лазерные импульсы?
11. Что такое сверхизлучение?
12. В чем суть квантового эффекта Холла и в каких условиях он был обнаружен?
13. Почему явления ЯМР и ЭПР явились основой мощного метода исследования веществ и их свойств?
14. Какие параметры спектров ЯМР являются источниками информации о строении молекул?
15. Перечислите основные достоинства ЯМР спектроскопии.

16. В чем суть основной идеи ЯМР – интроскопии? Каким образом получается объемное изображение объекта?
17. Сформулируйте закон Мура.
18. В чем состоит основная разница между элементом классического компьютера и квантовым битом (кубитом)?
19. В чем состоит проблема осуществления квантового компьютера?
20. Какой закон квантовой физики лежит в основе квантовой криптографии?
21. Что такое квантовая телепортация?

### **8.3. Вопросы для самопроверки, диалогов, обсуждений, дискуссий, экспертиз.**

Вопросы возникают в процессе изучения курса.

### **8.4. Примеры тестов.**

По данному курсу тесты не предусмотрены.

### **8.3. Перечень вопросов для промежуточной аттестации (к зачету).**

1. Электронно-дырочный переход. Основные приборы микроэлектроники на его основе.
2. Современные технологии производства и сборки полупроводниковых микросхем
3. Макро микро и нано масштабы строения вещества. Классификация наноматериалов.
4. Использование самоорганизации в нанотехнологиях.
5. Принцип работы туннельного микроскопа.
6. Принцип работы атомно-силового микроскопа.
7. Полупроводниковые наноструктуры, получение и применения.
8. Углеродные наноструктуры, получение и применения.
9. Микроэлектромеханические системы.
10. Применение нанотехнологий в медицине.
11. Принципиальная схема лазера. Свойства лазерного излучения.
12. Нелинейная восприимчивость и нелинейные оптические среды.
13. Генерация и смешивание гармоник.
14. Принципиальная схема лазера. Свойства лазерного излучения.
15. Физические основы ЭМР и ЭПР
16. Сверхпроводимость и ее макроскопические проявления.
17. Практические применения сверхпроводников.
18. Современные способы записи, хранения и воспроизведения данных.
19. Принцип работы квантового компьютера.

### **8.6. Темы для написания курсовой работы.**

По данному курсу курсовые работы не предусмотрены.

### **8.7. Формы контроля самостоятельной работы.**

Предполагается опрос по темам и вопросам (пункт 8.2).

### **8.8 Фонд оценочных средств (ФОС) промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости**

Компетенции	Список вопросов и заданий для самостоятельной работы	Тестовые задания	Зачет
ОК-5	+	-	+
ОПК-4	+	-	+
ПК-19	+	-	+



Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки **44.04.01 Педагогическое образование**.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена:


канд. физ.-мат. наук, профессор кафедры общей физики  В.М. Зеличенко

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры общей физики  
протокол № 1 от 31 авг 2015 года.

Зав. кафедрой  В.Г. Тютерев

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-математического факультета  
протокол № 1 от 31 авг 20\_\_ года.

Председатель учебно- методической комиссии  
физико-математического факультета

 З.А. Скрипко