

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

---

**ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ  
ПЕРВАЯ СТУПЕНЬ**

**Специальность 1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий**

**Квалификация Физик. Инженер**

**ВЫШЭЙШАЯ АДУКАЦЫЯ  
ПЕРШАЯ СТУПЕНЬ**

**Спецыяльнасць 1-31 04 07 Фізіка нанаматэрыялаў і нанатэхналогій**

**Кваліфікацыя Фізік. Інжынер**

**HIGHER EDUCATION  
FIRST STAGE**

**Speciality 1-31 04 07 Physics of Nanomaterials and Nanotechnologies**

**Qualification Physicist. Engineer**

ОСВО 1-31 04 07-2013

УДК 620.22-022.532:53:378.016(083.74)+620.3:53:378.016(083.74)

Ключевые слова: высшее образование, зачетная единица, итоговая аттестация, качество высшего образования, компетенции, навыки, наноматериалы, нанотехнологии, наноструктуры, наносистемы, профессиональная деятельность, обеспечение качества, самостоятельная работа, специалист с высшим образованием, типовой учебный план по специальности, учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине, физика, физик, требования, умения.

## Предисловие

РАЗРАБОТАН Белорусским государственным университетом

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30.08.2013 № 88

Настоящий образовательный стандарт не может быть тиражирован и распространен без разрешения Министерства образования Республики Беларусь

---

Издан на русском языке

## Содержание

<b>1</b>	<b>Область применения</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Нормативные ссылки</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Основные термины и определения</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Общие положения</b> .....	<b>5</b>
	4.1 Общая характеристика специальности .....	5
	4.2 Требования к уровню образования лиц, поступающих для получения высшего образования I ступени .....	5
	4.3 Общие цели подготовки специалиста .....	5
	4.4 Формы получения высшего образования I ступени .....	6
	4.5 Сроки получения высшего образования I ступени .....	6
<b>5</b>	<b>Характеристика профессиональной деятельности специалиста</b> .....	<b>6</b>
	5.1 Сфера профессиональной деятельности специалиста .....	6
	5.2 Объекты профессиональной деятельности специалиста .....	6
	5.3 Виды профессиональной деятельности специалиста .....	6
	5.4 Задачи профессиональной деятельности специалиста .....	7
	5.5 Возможности продолжения образования специалиста .....	7
<b>6</b>	<b>Требования к компетентности специалиста</b> .....	<b>7</b>
	6.1 Состав компетенций специалиста .....	7
	6.2 Требования к академическим компетенциям специалиста .....	7
	6.3 Требования к социально-личностным компетенциям специалиста .....	8
	6.4 Требования к профессиональным компетенциям специалиста .....	8
<b>7</b>	<b>Требования к учебно-программной документации</b> .....	<b>8</b>
	7.1 Состав учебно-программной документации .....	8
	7.2 Требования к разработке учебно-программной документации .....	9
	7.3 Требования к составлению графика образовательного процесса .....	9
	7.4 Требования к структуре типового учебного плана по специальности .....	9
	7.5 Требования к обязательному минимуму содержания учебных программ и компетенциям по учебным дисциплинам .....	12
	7.6 Требования к содержанию и организации практик .....	21
<b>8</b>	<b>Требования к организации образовательного процесса</b> .....	<b>21</b>
	8.1 Требования к кадровому обеспечению образовательного процесса .....	21
	8.2 Требования к материально-техническому обеспечению образовательного процесса .....	22
	8.3 Требования к научно-методическому обеспечению образовательного процесса .....	22
	8.4 Требования к организации самостоятельной работы студентов .....	22
	8.5 Требования к организации идеологической и воспитательной работы .....	22
	8.6 Общие требования к формам и средствам диагностики компетенций .....	22
<b>9</b>	<b>Требования к итоговой аттестации</b> .....	<b>24</b>
	9.1 Общие требования .....	24
	9.2 Требования к государственному экзамену .....	24
	9.3 Требования к дипломной работе .....	24
	<b>Приложение Библиография</b> .....	<b>25</b>

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

ВИСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ. ПЕРВАЯ СТУПЕНЬ

Специальность 1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий  
Квалификация Физик. Инженер

ВЫШЭЙШАЯ АДУКАЦЫЯ. ПЕРШАЯ СТУПЕНЬ

Спецыяльнасць 1-31 04 07 Фізіка нанаматэрыялаў і нанатэхналогій  
Кваліфікацыя Фізік. Інжынер

HIGHER EDUCATION. FIRST STAGE

Speciality 1-31 04 07 Physics of Nanomaterials and Nanotechnologies  
Qualification Physicist. Engineer

Дата введения 2013-09-01

## 1 Область применения

Стандарт применяется при разработке учебно-программной документации образовательной программы высшего образования I ступени, обеспечивающей получение квалификации специалиста с высшим образованием, и образовательной программы высшего образования I ступени, обеспечивающей получение квалификации специалиста с высшим образованием и интегрированной с образовательными программами среднего специального образования, по специальности 1-31 04 07 «Физика наноматериалов и нанотехнологий» (далее, если не установлено иное – образовательные программы по специальности 1-31 04 07 «Физика наноматериалов и нанотехнологий»), учебно-методической документации, учебных изданий, информационно-аналитических материалов.

Стандарт обязателен для применения во всех учреждениях высшего образования Республики Беларусь, осуществляющих подготовку по образовательной программе по специальности 1-31 04 07 «Физика наноматериалов и нанотехнологий».

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем образовательном стандарте использованы ссылки на следующие правовые акты:  
СТБ 22.0.1-96 Система стандартов в сфере образования. Основные положения (далее – СТБ 22.0.1-96)

СТБ ИСО 9000-2006 Система менеджмента качества. Основные положения и словарь (далее – СТБ ИСО 9000-2006)

ОКРБ 011-2009 Общегосударственный классификатор Республики Беларусь «Специальности и квалификации» (далее – ОКРБ 011-2009)

ОКРБ 005-2011 Общегосударственный классификатор Республики Беларусь «Виды экономической деятельности» (далее – ОКРБ 005-2011)

Кодекс Республики Беларусь об образовании (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2011, № 13, 2/1795) (далее – Кодекс Республики Беларусь об образовании)

## 3 Основные термины и определения

В настоящем образовательном стандарте применяются термины, установленные в Кодексе Республики Беларусь об образовании, а также следующие термины с соответствующими определениями:

**Зачетная единица** – числовой способ выражения трудоемкости учебной работы студента

(курсанта, слушателя), основанный на достижении результатов обучения.

**Квалификация** – знания, умения и навыки, необходимые для той или иной профессии на рынках труда, подтвержденные документом об образовании СТБ 22.0.1-96).

**Компетентность** – выраженная способность применять свои знания и умения (СТБ ИСО 9000-2006).

**Компетенция** – знания, умения, опыт и личностные качества, необходимые для решения теоретических и практических задач.

**Обеспечение качества** – скоординированная деятельность по руководству и управлению организацией, направленная на создание уверенности, что требования к качеству будут выполнены (СТБ ИСО 9000-2006).

**Специальность** – вид профессиональной деятельности, требующий определенных знаний, навыков и компетенций, приобретаемых путем обучения и практического опыта (ОКРБ 011-2009).

**Физик** – профессиональная квалификация специалиста с высшим образованием в области физики.

**Физика** – одна из основных областей естествознания, наука о свойствах и строении материи, о формах ее движения и изменения, об общих закономерностях явлений природы.

**Нанотехнологии** – совокупность методов исследования, создания и использования наноструктурированных материалов и систем.

**Наноматериалы** – материалы, важнейшие функциональные свойства которых определяются наноразмерными элементами (1-100 нм) их структуры.

## 4 Общие положения

### 4.1 Общая характеристика специальности

Специальность 1-31 04 07 «Физика наноматериалов и нанотехнологий» в соответствии с ОКРБ 011-2009 относится к профилю образования Г «Естественные науки», направлению образования 31 «Естественные науки» и обеспечивает получение профессиональной квалификации специалиста «Физик. Инженер».

Согласно ОКРБ 011-2009 по специальности предусмотрены специализации:

- 1-31 04 07 01 «Нанофотоника»;
- 1-31 04 07 02 «Наноэлектроника»;
- 1-31 04 07 03 «Компьютерное моделирование физических процессов»;
- 1-31 04 07 04 «Физическая метрология и автоматизация измерений»;
- 1-31 04 07 05 «Нанобиоматериалы и нанобиотехнологии»;
- 1-31 04 07 06 «Функциональные наноматериалы».

### 4.2 Требования к уровню образования лиц, поступающих для получения высшего образования I ступени

4.2.1 На все формы получения высшего образования могут поступать лица, которые имеют общее среднее образование или профессионально-техническое образование с общим средним образованием либо среднее специальное образование, подтвержденное соответствующим документом об образовании.

4.2.2 Прием лиц для получения высшего образования I ступени осуществляется в соответствии с пунктом 9 статьи 57 Кодекса Республики Беларусь об образовании.

### 4.3 Общие цели подготовки специалиста

Общие цели подготовки специалиста: формирование и развитие социально-профессиональной, практико-ориентированной компетентности, позволяющей:

ОСВО 1-31 04 07-2013

– сочетать академические, профессиональные, социально-личностные компетенции для решения задач в сфере профессиональной и социальной деятельности;

– проводить работу теоретического и экспериментального характера, направленную на изучение, анализ и практическое использование физических процессов в различных областях производственной деятельности, включая совершенствование и разработку новых физических подходов к решению современных проблем науки и техники, энергетики, производства, в том числе планирование и проведение исследований в нанотехнологической области;

– проводить планирование и организацию опытно-конструкторской работы в различных областях промышленности и энергетики;

– осуществлять решение инженерно-физических задач в сфере нанотехнологий.

#### **4.4 Формы получения высшего образования I ступени**

Обучение по специальности предусматривает следующие формы: очную (дневную, вечернюю).

#### **4.5 Сроки получения высшего образования I ступени**

Срок получения высшего образования в дневной форме получения образования по специальности 1-31 04 07 «Физика наноматериалов и нанотехнологий» составляет 5 лет.

Срок получения высшего образования в вечерней форме составляет 6 лет.

Срок получения высшего образования по специальности 1-31 04 07 «Физика наноматериалов и нанотехнологий» лицами, обучающимися по образовательной программе высшего образования I ступени, обеспечивающей получение квалификации специалиста с высшим образованием и интегрированной с образовательными программами среднего специального образования, может быть сокращен учреждением высшего образования при условии соблюдения требований настоящего образовательного стандарта.

Срок обучения по образовательной программе высшего образования I ступени, обеспечивающей получение квалификации специалиста с высшим образованием и интегрированной с образовательными программами среднего специального образования, в вечерней форме может увеличиваться на 0,5 – 1 год относительно срока обучения по данной образовательной программе в дневной форме.

### **5 Характеристика профессиональной деятельности специалиста**

#### **5.1 Сфера профессиональной деятельности специалиста**

Основными сферами профессиональной деятельности специалиста являются:

– 72 Научные исследования и разработки;

– 85 Образование.

#### **5.2 Объекты профессиональной деятельности специалиста**

Объектами профессиональной деятельности специалиста являются: физические законы, гипотезы, теоремы; математические модели и методы исследования физических объектов и процессов; измерительное и технологическое оборудование; технологические и измерительные комплексы и системы автоматизации, используемые в физическом эксперименте, производстве материалов и приборов; образовательные системы, педагогические процессы, учебно-методическое обеспечение дисциплин физико-математического профиля.

#### **5.3 Виды профессиональной деятельности специалиста**

Специалист должен быть компетентен в следующих видах деятельности:

– производственной;

– научно-технической;

– инновационной.

#### 5.4 Задачи профессиональной деятельности специалиста

Специалист должен быть подготовлен к решению следующих профессиональных задач:

- изучение, теоретический анализ физических эффектов и явлений, установление новых физических закономерностей на основе современных теоретических представлений, математических и компьютерных методов;
- разработка на основе физических принципов новых материалов, технологий и приборов;
- исследовательская работа в областях, использующих физико-математические методы анализа и компьютерные технологии;
- разработка эффективных математических методов решения задач техники, экономики и управления;
- создание и использование математических моделей процессов и объектов;
- определение целей инноваций и способов их реализации;
- программно-информационное обеспечение проектно-конструкторской и эксплуатационно-управленческой деятельности;
- планирование и организация научно-производственной, опытно-конструкторской и научно-педагогической работы;
- составление проектов, договоров, смет, отчетов и других документов;
- изучение и анализ образовательных систем, использование в учебном процессе инноваций;
- разработка учебного оборудования и научно-методических материалов для образовательного процесса.

#### 5.5 Возможности продолжения образования специалиста

Специалист может продолжить образование на II ступени высшего образования (магистратура) в соответствии с рекомендациями ОКРБ 011-2009.

### 6 Требования к компетентности специалиста

#### 6.1 Состав компетенций специалиста

Освоение образовательных программ по специальности 1-31 04 07 «Физика наноматериалов и нанотехнологий» должно обеспечить формирование следующих групп компетенций:

**академических компетенций**, включающих знания и умения по изученным учебным дисциплинам, умение учиться;

**социально-личностных компетенций**, включающих культурно-ценностные ориентации, знание идеологических, нравственных ценностей общества и государства и умение следовать им;

**профессиональных компетенций**, включающих способность решать задачи, разрабатывать планы и обеспечивать их выполнение в избранной сфере профессиональной деятельности.

#### 6.2 Требования к академическим компетенциям специалиста

Специалист должен:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным вырабатывать новые идеи (креативность).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-8. Иметь лингвистические навыки (устная и письменная коммуникация).

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

### **6.3 Требования к социально-личностным компетенциям специалиста**

Специалист должен:

СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-4. Владеть навыками здорового образа жизни.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).

СЛК-6. Уметь работать в команде.

### **6.4 Требования к профессиональным компетенциям специалиста**

Специалист должен быть способен:

#### **Производственная деятельность**

ПК-1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики наноматериалов и нанотехнологий, методов исследования физических объектов, методов измерения физических величин, методов автоматизации эксперимента, методов планирования, организации и ведения научно-производственной, научно-педагогической, производственно-технической, опытно-конструкторской работы.

ПК-2. Осуществлять на основе методов математического моделирования оценку эксплуатационных параметров функциональных наноматериалов и технологических процессов их получения.

ПК-3. Пользоваться компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.

ПК-4. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

#### **Научно-техническая деятельность**

ПК-5. Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-технической и научно-педагогической работы.

ПК-6. Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, включая нанотехнологии.

ПК-7. Вести переговоры, разрабатывать планы сотрудничества с другими организациями.

ПК-8. Пользоваться государственными языками Республики Беларусь и иными иностранными языками как средством делового общения.

ПК-9. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

ПК-10. Реализовывать методы защиты производственного персонала и населения в условиях возникновения аварий, катастроф, стихийных бедствий и обеспечения радиационной безопасности при осуществлении научной, производственной и педагогической деятельности.

#### **Инновационная деятельность**

ПК-11. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективным направлениям развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.

ПК-12. Определять цели инноваций и способы их достижения.

ПК-13. Применять методы анализа и организации внедрения инноваций в научно-производственной, научно-педагогической и научно-технической деятельности.

## **7 Требования к учебно-программной документации**

### **7.1 Состав учебно-программной документации**

Образовательные программы по специальности 1-31 04 07 «Физика наноматериалов и нанотехнологий» включает следующую учебно-программную документацию:

– типовой учебный план по специальности;



- учебный план учреждения высшего образования по специальности (специализации);
- типовые учебные программы по учебным дисциплинам;
- учебные программы учреждения высшего образования по учебным дисциплинам;
- программы практики.

## 7.2 Требования к разработке учебно-программной документации

7.2.1 Максимальный объем учебной нагрузки студента не должен превышать 54 академических часа в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной работы.

7.2.2 Объем обязательных аудиторных занятий, определяемый учреждением высшего образования с учетом специальности, специфики организации образовательного процесса, оснащения учебно-лабораторной базы, информационного, учебно-методического обеспечения, устанавливается в пределах 24-32 часа в неделю.

7.2.3 В часы, отводимые на самостоятельную работу по учебной дисциплине, включается время, предусмотренное на подготовку к экзамену (экзаменам) по учебной дисциплине.

## 7.3 Требования к составлению графика образовательного процесса

7.3.1 Примерное количество недель по видам деятельности для дневной формы получения высшего образования определяется в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

Виды деятельности, установленные в учебном плане	Количество недель	Количество часов
Теоретическое обучение	155	8370
Экзаменационные сессии	31	1674
Практика	16	864
Дипломное проектирование	4	216
Итоговая аттестация	4	216
Каникулы	42	
<b>Итого</b>	<b>252</b>	<b>11340</b>

7.3.2 При разработке учебного плана учреждения высшего образования по специальности (специализации) учреждение высшего образования имеет право вносить изменения в график образовательного процесса при условии соблюдения требований к содержанию образовательной программы, указанных в настоящем образовательном стандарте.

## 7.4 Требования к структуре типового учебного плана по специальности

7.4.1 Типовой учебный план по специальности разрабатывается в соответствии со структурой, приведенной в таблице 2 образовательного стандарта

Таблица 2

№ Пп	Наименование циклов дисциплин, учебных дисциплин и видов деятельности студента	Объем работы (часов)			Зачетные единицы	Коды формируемых компетенций
		Всего	аудиторные занятия	самостоятельная работа		
1	Цикл социально-гуманитарных дисциплин	700	340	360	19	
	<i>Государственный компонент</i>	412	204	208	11	
1.1	Интегрированный модуль «Философия»	152	76	76	4	АК-6.8.9; СЛК-1-6
1.2	Интегрированный модуль «Экономика»	116	60	56	3	АК-2.4.6.8.9; СЛК-1-6
1.3	Интегрированный модуль	72	34	38	2	АК-2.8.9;

№ Пп	Наименование циклов дисциплин, учебных дисциплин и видов деятельности студента	Объем работы (часов)			Зачет- ные едини- цы	Коды формиру- емых компетенций
		Всего	из них			
			аудитор- ные занятия	самосто- ятельная работа		
	«Политология»					СЛК-1-6
1.4	Интегрированный модуль «История»	72	34	38	2	АК-2,3,6,8,9; СЛК-1-6
	<i>Компонент учреждения высшего образования</i>	<b>288</b>	<b>136</b>	<b>152</b>	<b>8</b>	АК-1-9; СЛК-1-6
<b>2</b>	<b>Цикл общенаучных и обще профессиональных дисциплин</b>	<b>2722</b>	<b>1690</b>	<b>1032</b>	<b>74</b>	
	<i>Государственный компонент</i>	<b>1984</b>	<b>1246</b>	<b>738</b>	<b>54,5</b>	
2.1	Математический анализ	422	266	156	11,5	АК-1,2,7; СЛК-1-6; ПК-8
2.2	Механика	278	180	98	7,5	АК-1,2,7,9; СЛК-1-6; ПК-5,8
2.3	Молекулярная физика	266	162	104	7,5	АК-1,2,7,9; СЛК-1-6; ПК-5,8
2.4	Электричество и магнетизм	278	180	98	7,5	АК-1,2,7,9; СЛК-1-6; ПК-5,8
2.5	Оптика	276	170	106	7,5	АК-1,2,7,9; СЛК-1-6; ПК-5,8
2.6	Физика атома и атомных явлений	232	144	88	6,5	АК-1,2,7,9; СЛК-1-6; ПК-5,8
2.7	Физика ядра и элементарных частиц	232	144	88	6,5	АК-1,2,7,9; СЛК-1-6; ПК-5,8
	<i>Компонент учреждения высшего образования</i>	<b>738</b>	<b>444</b>	<b>294</b>	<b>19,5</b>	АК-1-9; СЛК-1-6; ПК-1-6,8-13
<b>3</b>	<b>Цикл специальных дисциплин</b>	<b>3146</b>	<b>1910</b>	<b>1236</b>	<b>85,5</b>	
	<i>Государственный компонент</i>	<b>2214</b>	<b>1340</b>	<b>874</b>	<b>60</b>	
3.1	Аналитическая геометрия и линейная алгебра	194	106	88	5,5	АК-1,2,7; СЛК-1-6; ПК-8
3.2	Дифференциальные и интегральные уравнения	180	116	64	5	АК-1,2,7,9; СЛК-1-6; ПК-8
3.3	Теория вероятности и математическая статистика	116	72	44	3	АК-1,2,7,9; СЛК-1-6; ПК-2,3,8
3.4	Методы математической физики	136	76	60	3,5	АК-1,2,7,9; СЛК-1-6; ПК-2,3,5,8
3.5	Программирование и математическое моделирование	348	224	124	9,5	АК-1,2,7; СЛК-1-6; ПК-2,3,8
3.6	Теоретическая механика	198	114	84	5,5	АК-1,2,7,9; СЛК-1-6; ПК-5,8
3.7	Электродинамика	208	130	78	5,5	АК-1,2,7,9; СЛК-1-6; ПК-5,8
3.8	Квантовая механика	230	140	90	6,5	АК-1,2,7,9; СЛК-1-6; ПК-5,8
3.9	Термодинамика и статистическая физика	222	132	90	6	АК-1,2,7,9; СЛК-1-6; ПК-5,8
3.10	Введение в физику наноструктур	56	34	22	1,5	АК-1,2,7,9; СЛК-1-6; ПК-1-3,5,6,8
3.11	Основы метрологии	38	20	18	1	АК-1,2,7,9; СЛК-1-6; ПК-5,8
3.12	Методы создания наноструктур и	58	36	22	1,5	АК-1,2,7; СЛК-3,6;

№ Пп	Наименование циклов дисциплин, учебных дисциплин и видов деятельности студента	Объем работы (часов)			Зачет- ные едини- цы	Коды формиру- емых компетенций
		Всего	из них			
			аудитор- ные занятия	самосто- ятельная работа		
	наноматериалов					ПК-1-3,5,6,8-13
3.13	Инженерная графика	58	36	22	1,5	АК-4,6,7,9; СЛК-1-6; ПК-3,8
3.14	Физико-химия поверхности	58	36	22	1,5	АК-1,2,7,9; СЛК-1-6; ПК-5,8
3.15	Фундаментальные принципы нанотехнологий	56	34	22	1,5	АК-1,2,7,9; СЛК-1-6; ПК-1-3,5,6,8-13
3.16	Методы диагностики наноструктур и наноматериалов	58	34	24	1,5	АК-1-9;СЛК-3,6; ПК-1-3,5,6,8-13
	<i>Компонент учреждения высшего образования</i>	<i>932</i>	<i>570</i>	<i>362</i>	<i>25,5</i>	АК-1-9;СЛК-1-6; ПК-1-6,8-13
<b>4</b>	<b>Цикл дисциплин специализации</b>	<b>1342</b>	<b>786</b>	<b>556</b>	<b>36,5</b>	АК-1-4,7,8; СЛК-1-4; ПК-1,5,8-13
<b>5</b>	<b>Экзаменационные сессии</b>	<b>1674</b>		<b>1674</b>	<b>45</b>	АК-1,2,4,8,9; СЛК-2,3,5; ПК-1,3,5,6,8,9
<b>6</b>	<b>Выполнение курсовых работ</b>	<b>160</b>		<b>160</b>	<b>4</b>	АК-1-4,7,8; СЛК-1-6; ПК-1,3,5,6,8,9
<b>7</b>	<b>Факультативные дисциплины</b>	<b>300</b>	<b>238</b>	<b>62</b>		АК-9; СЛК-1-6; ПК-8,9,11
	<b>Всего</b>	<b>10044</b>	<b>4964</b>	<b>5080</b>	<b>264</b>	
<b>8</b>	<b>Практика</b>	<b>864</b>		<b>864</b>	<b>24</b>	АК-1-4,7,8; СЛК-1-6; ПК-1,3,5-13
8.1	Научно-техническая, преддипломная, 16 недель	864		864	24	
<b>9</b>	<b>Дипломное проектирование</b>	<b>216</b>		<b>216</b>	<b>6</b>	АК-1-4,7,8; СЛК-1-6; ПК-1-3,5,6,8,9
<b>10</b>	<b>Итоговая аттестация</b>	<b>216</b>		<b>216</b>	<b>6</b>	АК-1-4,7,8,9; СЛК-1-6; ПК-1-3,5,6,8,9,13
	<b>Итого</b>	<b>11340</b>	<b>4964</b>	<b>6376</b>	<b>300</b>	
<b>11</b>	<b>Дополнительные виды обучения</b>	<b>/560</b>		<b>/560</b>		

7.4.2 На основании типового учебного плана по специальности разрабатывается учебный план учреждения высшего образования по специальности (специализации), в котором учреждение высшего образования имеет право в пределах 15 % изменять количество часов, отводимых на освоение учебных дисциплин, а объемы циклов дисциплин – в пределах 10 % без превышения максимального недельного объема нагрузки студента и при сохранении требований к содержанию образовательной программы, указанных в настоящем образовательном стандарте.

7.4.3 При разработке учебного плана учреждения высшего образования по специальности (специализации) рекомендуется предусматривать учебные дисциплины по выбору студента в объеме до 50% от количества учебных часов, отводимых на компонент учреждения высшего образования.

7.4.4 Перечень компетенций, формируемых при изучении учебных дисциплин компонента учреждения высшего образования, дополняется учреждением высшего образования в учебных программах.

7.4.5 Одна зачетная единица соответствует 36–40 академическим часам.

Сумма зачетных единиц при получении высшего образования в дневной форме должна быть равной 60 за 1 год обучения. Сумма зачетных единиц за весь период обучения при получении высшего образования в вечерней форме должна быть равной сумме зачетных единиц за весь период обучения при получении высшего образования в дневной форме.

7.4.6 Учреждения высшего образования имеют право переводить до 40 % предусмотренных типовым учебным планом по специальности аудиторных занятий в управляемую самостоятельную работу студента.

## **7.5 Требования к обязательному минимуму содержания учебных программ и компетенциям по учебным дисциплинам**

7.5.1 Проектируемые результаты освоения учебной программы по учебной дисциплине государственного компонента каждого цикла представляются в виде обязательного минимума содержания и требований к знаниям, умениям и владениям.

7.5.2 Цикл социально-гуманитарных дисциплин устанавливается в соответствии с образовательным стандартом «Высшее образование. Первая ступень. Цикл социально-гуманитарных дисциплин», включающим обязательный минимум содержания и требования к компетенциям, и с учетом Концепции оптимизации содержания, структуры и объема социально-гуманитарных дисциплин в учреждениях высшего образования.

7.5.3 Цикл общенаучных и общепрофессиональных дисциплин:

### **Математический анализ**

*Теория пределов. Дифференциальное исчисление и его приложения. Первообразные и интегралы, основные методы и правила интегрирования. Функции нескольких переменных и геометрические приложения. Теория рядов. Несобственные интегралы и интегралы, зависящие от параметра. Основы дифференциальной геометрии. Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы. Основные характеристики скалярных и векторных полей. Формулы Грина, Остроградского, Стокса. Дифференциальные операции второго порядка в криволинейных координатах. Потенциальные и соленоидальные поля.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

#### **знать:**

- основные понятия теории пределов;
- дифференциальное и интегральное исчисление функции одной и многих переменных и их приложения;
- основные операции и теоремы теории поля;

#### **уметь:**

- находить пределы последовательностей и функций;
- вычислять производные и интегралы от элементарных функций; исследовать сходимость несобственных интегралов и рядов;
- вычислять поток и циркуляцию векторных полей, находить скалярный и векторный потенциалы;
- использовать аппарат математического анализа при изучении физических явлений;

#### **владеть:**

- навыками применения математического инструментария для решения научно-практических задач.

### **Механика**

*Физические свойства пространства и времени, преобразования Галилея. Кинематика и динамика материальной точки и системы материальных точек, законы сохранения, неинерциальные системы отсчета, кинематика и динамика абсолютно твердого тела,*

*колебательное движение, деформации и напряжения в твердых телах, механика жидкости и газа, волны в сплошной среде и элементы акустики.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные понятия и законы механики;
- законы сохранения;
- основы механики сплошной среды;
- общие методы измерений физических величин;

**уметь:**

- решать задачи по кинематике, динамике, механике сплошной среды;
- использовать законы сохранения при решении задач;

**владеть:**

- методами экспериментальных исследований механических явлений и процессов;
- методами обработки результатов экспериментальных исследований;
- математическими методами решения задач по механике.

### **Молекулярная физика**

*Основные экспериментальные факты о дискретном строении вещества, межмолекулярных взаимодействиях, тепловом движении. Статистическое описание молекулярных явлений, идеальный газ, понятие температуры, распределение молекул газа по скоростям, броуновское движение, термодинамический подход к описанию термодинамических систем, первое и второе начала термодинамики, циклические процессы, понятие энтропии, реальные газы и жидкости, поверхностные явления в жидкостях, испарение и кипение, явления переноса.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- статистический и термодинамический подходы к описанию *термодинамических систем*;
- законы термодинамики;
- свойства реальных газов и жидкостей;

**уметь:**

- выполнять расчеты термодинамических процессов;
- использовать статистические распределения при решении задач;

**владеть:**

- методами экспериментальных исследований термодинамических систем;
- методами обработки результатов экспериментальных исследований;
- математическими методами решения задач по молекулярной физике и термодинамике.

### **Электричество и магнетизм**

*Электромагнитное взаимодействие. Постоянное электрическое поле, электростатическое поле при наличии диэлектриков, энергия электростатического поля, постоянный электрический ток, явление электропроводности, стационарное магнитное поле, магнетизма, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания, квазистационарные переменные токи, уравнения Максвелла.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные законы электромагнитных взаимодействий;
- законы постоянного и переменного тока;
- уравнения Максвелла;
- свойства диэлектриков и магнетиков;

**уметь:**

- рассчитывать электрические и магнитные поля в вакууме и веществе;
- выполнять расчет цепей квазистационарных переменных токов;
- использовать законы электромагнетизма при решении задач;

**владеть:**

- методами экспериментальных исследований электрических и магнитных свойств веществ;
- методами экспериментального исследования электрических цепей;
- методами обработки результатов экспериментальных исследований;
- математическими методами решения задач по электричеству и магнетизму.

**Оптика**

*Основы электромагнитной теории света, интерференция, дифракция, поляризация света, спектральный анализ, элементы оптики анизотропных сред, взаимодействие излучения с веществом, излучение и генерация света.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- основы электромагнитной теории света;
- явления интерференции и дифракции;
- принципы генерации света;

**уметь:**

- решать задачи геометрической и физической оптики;
- анализировать практически важные схемы интерференции и дифракции;

**владеть:**

- методами экспериментальных исследований оптических явлений;
- методами обработки результатов экспериментальных исследований;
- математическими методами решения задач по оптике.

**Физика атома и атомных явлений**

*Масштабы, константы, экспериментальные сведения о волновых и квантовых свойствах излучения и вещества, волны де Бройля. Атом водорода по Бору, основы квантовой механики, одноэлектронный и многоэлектронный атомы, взаимодействие квантовой системы с излучением, рентгеновские спектры, атом в поле внешних сил, молекулы, системы многих частиц.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- основы истории развития физики микроявлений (эксперимента и теории);
- основные положения и принципы квантовой механики;
- методы квантово-механического описания атомов, молекул и кристаллов;
- физическое обоснование периодической системы элементов;

**уметь:**

- применять теорию Бора для оценки основных параметров атомов;
- применять квантово-механический подход для объяснения атомно-молекулярных явлений и расчета характеристик атомов, молекул и кристаллов;
- связывать характеристики атомов и молекул с их оптическими и рентгеновскими спектрами;

**владеть:**

- терминологией физики микроявлений;
- навыками проведения экспериментальных исследований атомно-молекулярных явлений;
- математическими методами решения задач атомной физики.

**Физика ядра и элементарных частиц**

*Свойства атомных ядер, радиоактивность, ядерные реакции. Эксперименты в физике высоких энергий. Нуклон-нуклонные взаимодействия и свойства ядерных сил, модели атомных ядер, взаимодействие ядерного излучения с веществом, элементарные частицы и взаимодействия, электромагнитные, сильные и слабые взаимодействия, дискретные симметрии, объединение взаимодействий, современные астрофизические представления.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- свойства и модели атомных ядер;
- свойства ядерных сил;
- физические принципы ядерной энергетики;
- основные представления об элементарных частицах и взаимодействиях;

**уметь:**

- вычислять энергию связи ядер и энергетический выход ядерных реакций;
- использовать законы квантовой физики для объяснения ядерных процессов;

**владеть:**

- методами расчета характеристик радиоактивного распада и ядерных реакций;
- методами анализа кинематических характеристик ядерных процессов.

## 7.5.4 Цикл специальных дисциплин

**Аналитическая геометрия и линейная алгебра**

*Векторная алгебра. Прямые и плоскости. Кривые второго порядка. Линейные пространства. Матрицы и определители. Системы линейных уравнений. Квадратичные формы и поверхности второго порядка. Линейные отображения. Геометрия евклидовых пространств. Линейные операторы на евклидовых пространствах. Полилинейные формы и тензоры. Основные операции с тензорами.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные геометрические понятия, различные системы координат;
- линии и поверхности второго порядка;
- свойства матриц и определителей;
- билинейные и квадратичные формы;
- евклидовы и унитарные пространства;
- линейные операторы и их матрицы, группы;
- геометрические объекты-тензоры в линейном пространстве;

**уметь:**

- выполнять действия над векторами и матрицами;
- записывать основные уравнения прямых, кривых и поверхностей второго порядка;
- решать системы линейных уравнений различными способами;
- приводить матрицу линейного преобразования к диагональному виду;
- приводить уравнения кривых и поверхностей второго порядка к каноническому виду.
- записывать закон преобразования тензоров;

**владеть:**

- методами решения систем линейных уравнений;
- математическими методами в формализации прикладных задач.

**Дифференциальные и интегральные уравнения**

*Интегрируемые типы уравнений первого порядка. Уравнения и системы уравнений  $n$ -го порядка. Линейные дифференциальные уравнения и элементы теории устойчивости. Численные и асимптотические методы для дифференциальных уравнений. Уравнения в частных производных первого порядка. Интегральные уравнения с вырожденными ядрами и теоремы Фредгольма. Основы вариационного исчисления.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные типы уравнений, разрешимые в квадратурах;
- условия существования, единственности и устойчивости обычных дифференциальных уравнений и систем;
- линейные интегральные уравнения с вырожденным ядром;

– основные понятия вариационного исчисления;

**уметь:**

– находить общее решение уравнений первого порядка и исследовать решения задачи Коши;

– решать линейные системы уравнений и линейные уравнения высших порядков с постоянными коэффициентами;

**владеть:**

– методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем;

– теорией устойчивости обыкновенных дифференциальных уравнений.

### **Теория вероятностей и математическая статистика**

*Пространство элементарных событий. Распределения для дискретных и непрерывных случайных величин. Условная вероятность, формулы Байеса и полной вероятности. Биномиальное распределение, распределения Пуассона и Гаусса. Предельные теоремы. Моменты случайной величины, матрица ковариаций. Законы больших чисел. Центральная предельная теорема и ее применения. Цепи Маркова, эргодичность. Случайные процессы. Выборка, выборочные распределения. Точечные и интервальные оценки параметров. Метод максимального правдоподобия.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

– основной математический аппарат для изучения дискретных распределений;

– главные математические методы работы с непрерывными распределениями;

**уметь:**

– решать физические задачи вероятностными методами;

– строить вероятностные математические модели реальных физических процессов;

**владеть:**

– методами теории вероятностей, используемыми в физических приложениях;

– приемами математической статистики при обработке и анализе экспериментальных данных.

### **Методы математической физики**

*Классификация уравнений в частных производных второго порядка. Постановка краевых задач для уравнений математической физики. Основные методы решения краевых задач гиперболических, параболических и эллиптических уравнений. Приложения специальных функций при изучении физических процессов. Метод конечных разностей.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

– основные типы уравнений математической физики и постановки краевых задач;

– основные методы решения краевых задач;

**уметь:**

– формулировать начально-краевую задачу для уравнений различных типов;

– решать задачи методом разделения переменных и операционными методами;

**владеть:**

– методикой построения математических моделей;

– навыками решения и анализа задач в исследовательской и прикладной деятельности.

### **Программирование и математическое моделирование**

*Основные принципы устройства и функционирования ЭВМ. Основы теории алгоритмов и ее применение. Алгоритмические языки. Основы современной техники программирования. Методы решений алгебраических, дифференциальных и интегральных уравнений. Моделирование реальных физических процессов.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

– принципы устройства и функционирования ЭВМ;



- основы теории алгоритмов;
- основы современной техники программирования;

**уметь:**

– разрабатывать программные компоненты для решения нелинейных, дифференциальных и интегральных уравнений и систем уравнений;

- моделировать на ЭВМ реальные физические процессы;

**владеть:**

- методами и приемами разработки приложений в среде Delphi;
- основными приемами алгоритмизации задач в области физики;
- методами численного решения уравнений и систем уравнений.

**Теоретическая механика**

*Уравнения движения системы взаимодействующих частиц в формулировках Ньютона, Лагранжа, Гамильтона. Метод Гамильтона-Якоби. Вариационные принципы. Законы сохранения. Движение частиц в полях. Задача двух тел. Теория рассеяния частиц. Линейные колебания. Динамика твердого тела. Движение частицы в неинерциальных системах отсчета. Основные уравнения динамики идеальной и вязкой жидкостей.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- уравнения движения в разных формулировках;
- законы сохранения;
- основные уравнения для идеальной и вязкой жидкостей;

**уметь:**

- рассчитывать характеристики движения частиц в силовых полях;
- рассчитывать параметры колебаний механических систем в гармоническом приближении.

**владеть:**

- основными методами получения уравнений движения механических систем;
- общими методами решения уравнений движения.

**Электродинамика**

*Электромагнитные поля зарядов и токов в вакууме. Уравнения Максвелла. Принцип относительности, преобразования Лоренца и ковариантная форма уравнений электродинамики. Тензор энергии-импульса, законы сохранения. Потенциалы электромагнитного поля, калибровочная инвариантность. Запаздывающие потенциалы, излучение электромагнитных волн. Электродинамика сплошных сред: уравнения Максвелла для макроскопических полей, электростатика, граничные условия, проводники и диэлектрики в электромагнитных полях, магнитостатика и квазистационарное приближение, электромагнитные волны в средах.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- уравнения Максвелла для полей в вакууме и сплошных средах;
- тензор энергии-импульса, потенциалы электромагнитного поля;
- физический механизм излучения электромагнитных волн;

**уметь:**

- рассчитывать квазистационарные электрические и магнитные поля;
- применять уравнения Максвелла для расчета электромагнитных полей;
- математическими методами электродинамики;
- методами расчёта электромагнитных полей;

**владеть:**

- математическими методами электродинамики;
- методами расчёта электромагнитных полей.

### **Квантовая механика**

*Состояние квантовой системы, вектор состояния и волновая функция. Описание физических величин (наблюдаемых) операторами. Теория представлений. Эволюция квантовомеханических систем со временем. Уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Соотношение неопределенностей. Интегралы движения. Понятие о полном наборе совместных наблюдаемых. Чистые и смешанные состояния. Гармонический осциллятор. Момент импульса как генератор бесконечно малых поворотов. Движение частицы в центральном поле. Водородоподобный атом. Приближенные методы квантовой механики. Упругое рассеяние частиц. Теория квантовых переходов. Вынужденное и спонтанное излучение. Основы релятивистской квантовой механики. Уравнение Дирака. Многочастичные системы. Принцип тождественности.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

#### **знать:**

- способы описания квантовой системы;
- операторы физических величин;
- уравнение Шредингера;
- принципы описания многочастичных систем;

#### **уметь:**

- находить собственные значения и собственные функции разных операторов физических величин для практически важных случаев;
- рассчитывать движение частиц в центральном поле;

#### **владеть:**

- приближенными методами описания квантово-механических систем;
- методами расчета вероятностей переходов в квазистационарных состояниях.

### **Термодинамика и статистическая физика**

*Основные законы и методы термодинамики. Квазистатические и нестатические процессы. Условия равновесия и устойчивости. Фазовые переходы. Основные представления статистической механики. Микроканоническое и каноническое распределения, системы с переменным числом частиц. Теория идеальных систем. Бозе- и Ферми-газы. Теория флуктуаций. Броуновское движение и случайные процессы. Основы термодинамики необратимых процессов. Кинетические уравнения в статистической физике.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

#### **знать:**

- основные законы и методы термодинамики;
- основные принципы статистической механики;
- микроканоническое и каноническое распределения;

#### **уметь:**

- обосновывать законы термодинамики методами статистической механики;
- решать практически важные задачи термодинамики и физической кинетики;

#### **владеть:**

- приемами решения задач термодинамики и статистической физики;
- методами расчета идеальных и неидеальных систем.

### **Введение в физику наноструктур**

*Классические и квантовые размерные эффекты. Проявление размерных эффектов в физических свойствах материалов. Квантовые точки, нити, слои. Углеродные наноструктуры: фуллерены, нанотрубки, графен. Металлические, полупроводниковые и диэлектрические низкоразмерные системы. Наноконпозиты и наноматериалы, перспективы их использования. Применение низкоразмерных систем в наноэлектронике.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

#### **знать:**

- основные представления физики наноструктурированных материалов;

- особенности физических свойств низкоразмерных систем;
- основные области применения наноструктур.

**уметь:**

– прогнозировать электрические, оптические и магнитные свойства наноматериалов исходя из данных об их составе и структуре.

**владеть:**

– базовыми принципами расчета размерных эффектов в наноструктурах.

**Основы метрологии**

*Измерение, виды и методы измерений. Погрешности измерений. Математическая обработка результатов измерений. Планирование измерений. Эталоны единиц физических величин. Средства измерения физических величин. Система метрологического обеспечения. Проверка и испытание средств измерения. Метрологическая служба.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- методы измерений и определения погрешностей;
- принципы построения системы метрологического обеспечения;
- организацию метрологической службы;

**уметь:**

- подбирать оптимальные методы и средства измерений физических величин;
- проводить испытания средств измерений;

**владеть:**

- методами расчета погрешностей измерений;
- общими методами проверки средств измерения.

**Методы создания наноструктур и наноматериалов**

*Физическое диспергирование. Лазерная абляция. Конденсационные методы. Электрохимические методы. Селективное травление. Электронно- и ионно-лучевые методы. Плазмохимические методы, химическое осаждение из газовой фазы. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Особенности литографии наноструктур. Технология пленок Ленгмюра–Блоджетт. Самосборка наноструктур. Компактирование наноматериалов, керамика, ситаллы.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

– основные технологии создания наносистем и наноматериалов;

– главные закономерности в зависимостях эксплуатационных параметров наносистем и наноматериалов от особенностей технологических процессов их формирования;

**уметь:**

- ориентироваться в аппаратно-техническом обеспечении технологических процессов;
- планировать технологические эксперименты;

**владеть:**

– информацией по аппаратно-техническому обеспечению технологических процессов создания наноструктур и наноматериалов.

**Инженерная графика**

*Развитие систем автоматизированного проектирования (САПР) и компьютерной графики. Технические средства САПР. Анализ электронных схем. Модели и графические изображения элементов микросхем. Метод численного интегрирования систем нелинейных дифференциальных уравнений. Метод Ньютона-Рафсона. Программа анализа электронных схем "Стелла". Минимизация комбинированных схем. Моделирование логических схем. Автоматизированное проектирование топологии интегральных микросхем.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные принципы систем автоматизированного проектирования и компьютерной графики;
- метод численного интегрирования систем нелинейных дифференциальных уравнений;

**уметь:**

- проводить анализ и моделирование электронных микросхем;

**владеть:**

- методами компьютерного моделирования электронных микросхем.

**Физико-химия поверхности**

*Идеальные и реальные поверхности. Термодинамика поверхностей. Кристаллография поверхностей. Химическая связь на поверхности. Колебания атомов вблизи поверхности. Электронная структура поверхностей. Фазовые переходы на поверхности. Оптика поверхности. Адсорбция. Внутренние поверхности раздела. Методы формирования и исследования поверхностей.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные свойства поверхностей;
- методы формирования и исследования поверхностей;

**уметь:**

- выбирать оптимальные методы формирования поверхностей с заданными свойствами.

**владеть:**

- методами расчета основных характеристик кристаллов и структур в приповерхностной области.

**Фундаментальные принципы нанотехнологий**

*Физико-химические принципы создания низкоразмерных систем: атомных кластеров, фуллеренов, углеродных нанотрубок, графена, квазикристаллов, фотонных кристаллов, метаматериалов. Термодинамические и кинетические аспекты формирования низкоразмерных систем. Термически-, оптически-, электрически- и магнитоактивированные процессы в низкоразмерных системах. Методы модификации низкоразмерных систем ионизирующим излучением и посредством химических реакций. Инженерия дефектов структуры. Нанотехнологии создания функциональных элементов и устройств на основе низкоразмерных систем.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- физико-химические принципы современных технологий создания низкоразмерных систем и формирования на их основе наноматериалов и элементов приборных структур;

**уметь:**

- рассчитывать основные параметры технологических процессов формирования и модификации атомных кластеров, фуллеренов, углеродных нанотрубок, тонких нитей и пленок;

**владеть:**

- основными методами оценки условий термодинамического равновесия и расчета кинетических коэффициентов в процессах с низкоразмерными системами;
- методиками расчета параметров технологических процессов формирования наноструктур.

**Методы диагностики наноструктур и наноматериалов**

*Классификация методов диагностики наноматериалов. Растровая электронная микроскопия наноматериалов: получение изображения во вторичных и отраженных электронах, рентгеноспектральный микроанализ, дифракция отраженных электронов. Просвечивающая электронная микроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия: туннельная, атомно-силовая, электросиловая, магнитно-силовая, ближнепольная оптическая. Рентгеновские дифракционные методы исследования наноматериалов. Основные положения нейтронографии нанобъектов.*

*Рентгеновская фотоэлектронная и оже-электронная спектроскопия. Методы оптической спектроскопии наноматериалов. Ядерный магнитный и электронный парамагнитный резонанс. Методы исследования свойств наноматериалов: наноиdentификация и нанотрибология, особенности измерения электрических и магнитных свойств.*

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

– основные методы исследования наноматериалов, их классификацию, особенности применения для различных типов наноструктур;

– физические принципы основных методов исследования наноструктур и наноматериалов;

– новейшие достижения в области диагностики наноструктур и наноматериалов;

**уметь:**

– применять полученные знания для обоснованного выбора метода анализа фазового и элементного состава, а также структуры и свойств наноматериалов;

– устанавливать с использованием различных методов структурного анализа возможные причины изменения свойств наноматериалов;

– на основе результатов анализа элементного и фазового состава, структуры выбирать возможные пути, меры и средства управления свойствами наноматериалов;

– интерпретировать результаты исследования структурных и функциональных свойств наноматериалов;

**владеть:**

– основными принципами и методами исследования наноструктур и наноматериалов;

– основными приемами обработки результатов микроскопических, спектроскопических и дифракционных исследований, результатов анализа структуры и функциональных свойств наноматериалов.

7.5.5 Содержание учебных дисциплин компонента учреждения высшего образования и учебных дисциплин цикла специализаций, а также требования к компетенциям по этим учебным дисциплинам устанавливаются учебными программами учреждения высшего образования по учебным дисциплинам на основе требований настоящего образовательного стандарта.

## 7.6 Требования к содержанию и организации практик

При прохождении практики формируются или развиваются компетенции, приведенные в таблице 2 настоящего образовательного стандарта.

**Научно-техническая, преддипломная практика** организуется с учетом специализации в соответствии с программами специализирующих кафедр и индивидуальными заданиями, соответствующими темам дипломных работ. В программу практики входит изучение специальной литературы по теме дипломной работы, приобретение практических навыков в избранном направлении, освоение методов и аппаратуры, необходимых для проведения эксперимента, получение данных, необходимых для выполнения дипломной работы.

## 8 Требования к организации образовательного процесса

### 8.1 Требования к кадровому обеспечению образовательного процесса

Педагогические кадры учреждения высшего образования должны:

– иметь высшее образование, соответствующее профилю преподаваемых учебных дисциплин и, как правило, соответствующую научную квалификацию (ученую степень и (или) ученое звание);

– заниматься научной и (или) научно-методической деятельностью;

– не реже одного раза в 5 лет проходить повышение квалификации;

– владеть современными образовательными, в том числе информационными технологиями,

ОСВО 1-31 04 07-2013

необходимыми для организации образовательного процесса на должном уровне;

– обладать личностными качествами и компетенциями, позволяющими эффективно организовывать учебную и воспитательную работу со студентами.

### **8.2 Требования к материально-техническому обеспечению образовательного процесса**

Учреждение высшего образования должно располагать:

– материально-технической базой, необходимой для организации образовательного процесса, самостоятельной работы и развития личности студента;

– средствами обучения, необходимыми для реализации образовательных программ по специальности 1-31 04 07 «Физика наноматериалов и нанотехнологий» (приборы, оборудование, инструменты, учебно-наглядные пособия, компьютеры, компьютерные сети, аудиовизуальные средства и иные материальные объекты).

### **8.3 Требования к научно-методическому обеспечению образовательного процесса**

Научно-методическое обеспечение образовательного процесса должно соответствовать следующим требованиям:

– учебные дисциплины должны быть обеспечены современной учебной, справочной, иной литературой, учебными программами, учебно-методической документацией, учебно-методическими, информационно-аналитическими материалами;

– должен быть обеспечен доступ для каждого студента к библиотечным фондам, электронным средствам обучения, электронным информационным ресурсам (локального доступа, удаленного доступа) по всем учебным дисциплинам.

Научно-методическое обеспечение должно быть ориентировано на разработку и внедрение в образовательный процесс инновационных образовательных технологий, адекватных компетентностному подходу (вариативных моделей самостоятельной работы, модульных и рейтинговых систем обучения, тестовых и других систем оценивания уровня компетенций и т. п.).

### **8.4 Требования к организации самостоятельной работы студентов**

Требования к организации самостоятельной работы устанавливаются законодательством Республики Беларусь.

### **8.5 Требования к организации идеологической и воспитательной работы**

Требования к организации идеологической и воспитательной работы устанавливаются в соответствии с рекомендациями по организации идеологической и воспитательной работы в учреждениях высшего образования и программно-планирующей документацией воспитания.

### **8.6 Общие требования к формам и средствам диагностики компетенций**

8.6.1 Конкретные формы и процедуры промежуточного контроля знаний обучающихся по каждой учебной дисциплине разрабатываются соответствующей кафедрой учреждения высшего образования и отражаются в учебных программах учреждения высшего образования по учебным дисциплинам.

8.6.2 Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным или конечным требованиям образовательной программы создаются фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты, комплексные квалификационные задания, тематику курсовых работ и проектов, рефератов, методические разработки по инновационным формам обучения и контроля за формированием компетенций, тематику и принципы составления эссе, формы анкет для проведения самооценки компетенций обучающихся

и др. Фонды оценочных средств разрабатываются соответствующими кафедрами учреждения высшего образования.

Оценочными средствами должна предусматриваться оценка способности обучающихся к творческой деятельности, их готовность вести поиск решения новых задач, связанных с недостаточностью конкретных специальных знаний и отсутствием общепринятых алгоритмов.

8.6.3 Для диагностики компетенций используются следующие формы:

1. Устная форма.
2. Письменная форма.
3. Устно-письменная форма.
4. Техническая форма.

К устной форме диагностики компетенций относятся:

1. Собеседования.
2. Коллоквиумы.
3. Доклады на семинарских занятиях.
4. Доклады на конференциях.
5. Устные зачеты.
6. Устные экзамены.
7. Другие.

К письменной форме диагностики компетенций относятся:

1. Тесты.
2. Контрольные опросы.
3. Контрольные работы.
4. Письменные отчеты по аудиторным (домашним) практическим упражнениям.
5. Письменные отчеты по лабораторным работам.
6. Рефераты.
7. Курсовые работы.
8. Отчеты по научно-исследовательской работе.
9. Публикации статей, докладов.
10. Заявки на изобретения и полезные модели.
11. Письменные зачеты.
12. Письменные экзамены.
13. Оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.
14. Другие.

К устно-письменной форме диагностики компетенций относятся:

1. Отчеты по аудиторным практическим упражнениям с их устной защитой.
2. Отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой.
3. Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой.
4. Курсовые работы с их устной защитой.
5. Зачеты.
6. Экзамены.
7. Защита дипломной работы.
8. Оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.
9. Другие.

К технической форме диагностики компетенций относятся:

1. Электронные тесты.
2. Электронные практикумы.
3. Другие.

## **9 Требования к итоговой аттестации**

### **9.1 Общие требования**

9.1.1 Итоговая аттестация осуществляется государственной экзаменационной комиссией.

9.1.2 К итоговой аттестации допускаются студенты, полностью выполнившие учебный план и учебные программы.

9.1.3 Итоговая аттестация студентов при освоении образовательных программ по специальности 1-31 04 07 «Физика наноматериалов и нанотехнологий» проводится в форме государственного экзамена по специальности и специализации и защиты дипломной работы.

9.1.4 При подготовке к итоговой аттестации формируются или развиваются компетенции, приведенные в таблице 2 настоящего образовательного стандарта.

### **9.2 Требования к государственному экзамену**

Государственный экзамен проводится на заседании государственной экзаменационной комиссии.

Программа государственного экзамена разрабатывается учреждением высшего образования в соответствии с Правилами проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования.

### **9.3 Требования к дипломной работе**

Требования к структуре, содержанию, объему и порядку защиты дипломной работы определяются учреждением высшего образования на основе настоящего образовательного стандарта и Правил проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования.



**Приложение**  
(информационное)

**Библиография**

[1] Кодекс Республики Беларусь об образовании, 13 янв. 2011 г., № 243-3 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2011. – № 13. – 2/1795.

[2] Государственная программа развития высшего образования на 2011-2015 гг.: Постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 1 июля 2011 г., № 893 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2011. – № 79. – 5/34104.

[3] Общегосударственный классификатор Республики Беларусь. Специальности и квалификации: ОКРБ 011-2009. - Введ. 01.07.09. – Минск: М-во образования Респ. Беларусь: РИВШ, 2009. – 418 с.

[4] Образовательный стандарт Республики Беларусь. Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-31 04 01 Физика (по направлениям): ОСРБ 1-31 04 01-2008. – Введ. 01.09.08. – Минск: М-во образования Респ. Беларусь: РИВШ, 2008. – 40 с.

[5] Образовательный стандарт Республики Беларусь. Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-31 04 01 Физика (по направлениям). Направление 1-31 04 01-06 Физика (физика наноматериалов и нанотехнологий): ОСРБ 1-31 04 01-06-2011. – Введ. 01.09.11. – Минск: М-во образования Респ. Беларусь: РИВШ, 2011. – 24 с.