

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

---

**ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ  
ПЕРВАЯ СТУПЕНЬ**

**Специальность 1-38 01 04 Микро- и наносистемная техника**

**Квалификация Инженер-электромеханик**

**ВЫШЭЙШАЯ АДУКАЦЫЯ  
ПЕРШАЯ СТУПЕНЬ**

**Спецыяльнасць 1-38 01 04 Мікра- і наносістэмная тэхніка**

**Кваліфікацыя Інжынер-электрамеханік**

**HIGHER EDUCATION  
FIRST STAGE**

**Speciality 1-38 01 04 Micro and Nanosystems Technique**

**Qualification Electromechanic Engineer**

Министерство образования Республики Беларусь  
Минск

УДК 620.3

Ключевые слова: высшее образование, первая ступень, микросистемная техника, изделие микросистемной техники (микросистема), микросистемная технология, микросистемный материал, элемент микросистемы, компонент микросистемы, нанотехника, требования, знания, умения, навыки, способности, компетенции, образовательная программа, типовой учебный план, учебная программа дисциплины, самостоятельная работа, зачетная единица, качество высшего образования, обеспечение качества, итоговая государственная аттестация

## Предисловие

РАЗРАБОТАН Белорусским национальным техническим университетом

ИСПОЛНИТЕЛИ:

*Сернов С.П.*, канд. физ.-мат. наук, доцент (руководитель);

*Балохонов Д.В.*, канд. техн. наук

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства образования Республики Беларусь

---

*указывается дата и номер постановления*

## Содержание

<b>1. Область применения</b>	<b>5</b>
<b>2. Нормативные ссылки</b>	<b>5</b>
<b>3. Основные термины и определения</b>	<b>6</b>
<b>4. Общие положения</b>	<b>7</b>
4.1. Общая характеристика специальности	7
4.2. Требования к уровню образования лиц, поступающих для получения высшего образования I степени	7
4.3. Общие цели подготовки специалиста	7
4.4. Формы получения высшего образования I степени	7
4.5. Сроки получения высшего образования I степени	7
<b>5. Характеристика профессиональной деятельности специалиста</b>	<b>8</b>
5.1. Сфера профессиональной деятельности специалиста	8
5.2. Объекты профессиональной деятельности специалиста	8
5.3. Виды профессиональной деятельности специалиста	8
5.4. Задачи профессиональной деятельности специалиста	8
5.5. Возможности продолжения образования специалиста	8
<b>6. Требования к компетентности специалиста</b>	<b>8</b>
6.1. Требования к универсальным компетенциям	9
6.2. Требования к базовым профессиональным компетенциям	9
6.3. Требования к разработке учреждением образования результатов освоения содержания образовательной программы по специальности	10
<b>7. Требования к учебно-программной документации</b>	<b>11</b>
7.1. Состав учебно-программной документации	11
7.2. Требования к разработке учебно-программной документации	11
7.3. Требования к структуре учебного плана учреждения высшего образования по специальности (специализации)	11
7.4. Требования к результатам обучения	13
<b>8. Требования к организации образовательного процесса</b>	<b>14</b>
8.1. Требования к кадровому обеспечению образовательного процесса	14
8.2. Требования к материально-техническому обеспечению образовательного процесса	14
8.3. Требования к научно-методическому обеспечению образовательного процесса	14
8.4. Требования к организации самостоятельной работы студентов	15
8.5. Требования к организации идеологической и воспитательной работы	15
8.6. Общие требования к формам и средствам диагностики компетенций	15
<b>9. Требования к итоговой аттестации</b>	<b>16</b>
9.1. Общие требования	16
9.2. Требования к дипломному проекту	17
<b>Приложение Библиография</b>	<b>18</b>

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

---

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ. ПЕРВАЯ СТУПЕНЬ

**Специальность 1-38 01 04 Микро- и наносистемная техника**

**Квалификация Инженер-электромеханик**

ВЫШЭЙШАЯ АДУКАЦЫЯ. ПЕРШАЯ СТУПЕНЬ

**Спецыяльнасць 1-38 01 04 Мікра- і наносістэмная тэхніка**

**Кваліфікацыя Інжынер-электрамеханік**

HIGHER EDUCATION. FIRST STAGE

**Speciality 1-38 01 04 Micro and Nanosystems Technique**

**Qualification Electromechanic Engineer**

---

**Дата введения 2018-09-01**

## **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 1-38 01 04 «Микро- и наносистемная техника» (далее, если не установлено иное – образовательная программа по специальности), учебно-методической документации, учебных изданий, информационно-аналитических материалов.

Стандарт обязателен для применения во всех учреждениях высшего образования Республики Беларусь, осуществляющих подготовку по образовательным программам по специальности 1-38 01 04 «Микро- и наносистемная техника».

## **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 9000-2015 Система менеджмента качества. Основные положения и словарь (далее – СТБ ИСО 9000-2015)

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, определенные 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.

**Изделие микросистемной техники (микросистема)** - совокупность микроэлектронных управляющих и функциональных исполнительных элементов и компонентов в едином конструктивном исполнении, принцип действия которых основан на электрофизических, электромеханических, электрохимических, электронно-оптических, фотохимических, биохимических и иных физико-химических, физических и химических процессах и явлениях с учетом эффектов масштабирования при переходе от макро- к микро- и наноразмерным уровням, и предназначенных для реализации функций приема, преобразования, хранения, передачи информации, энергии и движения для выполнения функции конечного назначения в заданных режимах эксплуатации.

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

**Компетентность** – способность применять знания и навыки для достижения намеченных результатов (СТБ ИСО 9000-2015).

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

**Компонент микросистемы** – часть микросистемы или функционального устройства, реализующая определенную функцию в составе функционального устройства или микросистемы, которая может быть выделена как самостоятельное изделие с точки зрения требований к испытаниям, приемке, поставке и эксплуатации.

**Микросистемная техника** - научно-техническое направление, целью которого является создание в ограниченном объеме твердого тела или на его поверхности микросистем, представляющих собой упорядоченные композиции областей с заданным составом, структурой и геометрией, статическая или динамическая совокупность которых обеспечивает реализацию процессов генерации, преобразования, передачи энергии и движения в интеграции с процессами восприятия, обработки, трансляции и хранения информации при выполнении запрограммированных операций и действий в требуемых условиях эксплуатации с заданными функциональными, энергетическими, временными и надежностными показателями.

**Микросистемная технология** – последовательность технологических операций групповой микрообработки поверхности материала заготовки в целях изготовления, сборки, корпусирования и измерения элементов, компонентов и узлов микросистемы.

**Модуль** – относительно обособленная, логически завершенная часть образовательной программы по специальности, обеспечивающая формирование определенной компетенции (группы компетенций).

**Наносистемная техника** – совокупность методов моделирования, проектирования и конструирования изделий различного функционального назначения, в том числе наноматериалов, микро- и наносистем с широким использованием квантово-размерных, кооперативно-синергетических, и других явлений, эффектов и процессов, проявляющихся в условиях материальных объектов с нанометрическими характеристическими размерами элементов.

**Нанотехника** – машины, механизмы, приборы, устройства, материалы, созданные с использованием новых свойств и функциональных возможностей систем при переходе к наномасштабам и обладающие ранее недостижимыми массогабаритными и энергетическими показателями, технико-экономическими параметрами и функциональными возможностями.

**Обеспечение качества** – часть менеджмента качества, направленная на обеспечение уверенности, что требования к качеству будут выполнены (СТБ ИСО 9000-2015).

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

## **4. Общие положения**

### **4.1. Общая характеристика специальности**

Специальность 1-38 01 04 «Микро- и наносистемная техника» в соответствии с ОКРБ 011-2009 относится к профилю образования I «Техника и технологии», направлению образования 38 «Приборы» и обеспечивает получение квалификации «Инженер-электромеханик».

Согласно ОКРБ 011-2009 по специальности предусмотрены специализации:

- 1-38 01 04 01 «Микросистемная техника»;
- 1-38 01 04 02 «Наноэлектромеханические системы и машины»;
- 1-38 01 04 03 «Сенсорные микросистемы».

### **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 сочетать академические, социально-личностные, профессиональные компетенции для решения задач в сфере профессиональной и социальной деятельности;
- формирование профессиональных компетенций для работы в области разработки микро- и наносистемных материалов и технологий, совершенствования, проектирования и реализации и изделий микро- и наносистемной техники.

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

Обучение по специальности предусматривает следующие формы: очная (дневная, вечерняя), заочная (в т.ч. дистанционная).

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

Срок получения высшего образования в дневной форме получения образования по специальности 1-38 01 04 «Микро- и наносистемная техника» составляет 4 года.

Срок получения высшего образования в вечерней форме составляет 5 лет.

Срок получения высшего образования в заочной форме составляет 5 лет.

Срок получения высшего образования в дистанционной форме составляет 5 лет.

Срок получения высшего образования по специальности 1-38 01 04 «Микро- и наносистемная техника» 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 заочной 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:

- 261 Производство электронных элементов и плат
- 721 Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук

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

Объектами профессиональной деятельности специалиста являются: материалы, компоненты, приборы и устройства микро- и наносистемной техники; технологические процессы их изготовления; методы исследования, проектирования, расчета и конструирования, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели технологических процессов и объектов электроники и микроэлектроники, алгоритмы решения типовых задач, относящихся к профессиональной сфере.

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

Специалист должен быть компетентен в следующих видах деятельности:

- производственно-технологической;
- проектно-конструкторской;
- ремонтно-эксплуатационной;
- организационно-управленческой;
- инновационной.

### **5.4. Задачи профессиональной деятельности специалиста**

Специалист должен быть подготовлен к решению следующих профессиональных задач:

- проектирование отдельных элементов и микро и наносистемной техники в целом;
- монтаж, наладка, испытание, ремонт и техническое обслуживание микро- и наносистемной техники;
- управление технологическими процессами;
- разработка и освоение нового оборудования и новых технологических процессов;
- обучение и повышение квалификации персонала;
- оценка результатов, в том числе технико-экономический анализ технологических процессов и производственной деятельности.

### **5.5. Возможности продолжения образования специалиста**

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

## **6. Требования к компетентности специалиста**

Специалист, освоивший содержание образовательной программы по специальности 1-38 01 04 «Микро- и наносистемная техника», должен обладать универсальными, базовыми профессиональными и специализированными компетенциями.

## **6.1. Требования к универсальным компетенциям**

Специалист, освоивший содержание образовательной программы по специальности, должен обладать следующими универсальными компетенциями:

УК-1. Владеть культурой мышления, быть способным к восприятию, обобщению и анализу философских и мировоззренческих проблем, уметь реализовывать психолого-педагогические знания и умения в социально-профессиональной деятельности.

УК-2. Владеть основными категориями политологии и идеологии, понимать специфику формирования и функционирования политической системы и особенности идеологии белорусского государства.

УК-3. Знать закономерности исторического развития и формирования государственных и общественных институтов белорусского этноса во взаимосвязи с европейской цивилизацией

УК-4. Уметь анализировать социально-значимые явления, события и процессы, использовать социологическую и экономическую информацию, быть способным к проявлению предпринимательской инициативы.

УК-5. Обладать базовыми навыками коммуникации в устной и письменной формах на государственных и иностранных языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия.

УК-6. Владеть навыками здоровьесбережения.

УК-7. Уметь анализировать социально-психологические феномены профессиональной деятельности, прогнозировать тенденции развития социально-психологических явлений в деятельности организации, использовать социально-психологические знания при решении задач профессиональной деятельности.

УК-8. Быть способным анализировать процессы и явления национальной и мировой культуры, владеть умениями устанавливать продуктивные межкультурные связи.

УК-9. Владеть высоким уровнем культуры политического мышления и поведения, позволяющим быть активным участником политической жизни как избиратели, граждане и патриоты своей страны.

УК-10. Уметь логически верно и аргументированно мыслить, использовать логические методы и подходы в области профессиональной деятельности.

УК-11. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

УК-12. Уметь анализировать и оценивать социально-значимые явления, события, процессы, быть способным к проявлению предпринимательской инициативы.

## **6.2. Требования к базовым профессиональным компетенциям**

Специалист, освоивший содержание образовательной программы по специальности, должен обладать следующими базовыми профессиональными компетенциями:

БПК-1. Владеть основными понятиями и методами математики, применять полученные знания для решения задач теоретической и практической направленности.

БПК-2. Владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией, быть способным работать с информацией в компьютерных сетях.

БПК-3. Владеть основными понятиями и законами физики, принципами экспериментального и теоретического изучения физических явлений и процессов, применять полученные знания для решения задач теоретической и практической направленности.

БПК-4. Владеть основными понятиями и законами химии, принципами экспериментального и теоретического изучения химических явлений и процессов, уметь применять полученные знания для решения задач теоретической и практической направленности.

БПК-5. Знать структуру и свойства, физико-химические основы синтеза современных технических материалов, прикладной аппарат для решения задач в области материаловедения.



БПК-6. Знать основные типы материалов для производства изделий электроники, владеть информацией об особенностях их свойств, уметь рационально применять эту информацию при проектировании изделий электроники, оценке их свойств и организации их производства.

БПК-7. Знать механические, теплофизические, электрофизические, оптические и химические свойства материалов микро- и наносистемной техники, быть способным применять эти материалы с учетом особенностей функционирования и условий эксплуатации микро- и наносистемной техники.

БПК-8. Владеть основными понятиями и законами физической химии, навыками экспериментального изучения физико-химических явлений и процессов, уметь использовать полученную информацию для решения производственных задач.

БПК-9. Владеть общими закономерностями процессов, эффектов и явлений при производстве материалов и компонентов электронной техники, знать перспективные технологии изготовления материалов и компонентов электронной техники, уметь применять полученную информацию для решения технологических задач.

БПК-10. Знать основы физики полупроводников и диэлектриков, уметь использовать физические модели для описания и анализа процессов, протекающих в твердых телах.

БПК-11. Владеть основными понятиями и законами физики поверхности, знать основные методы исследования поверхности, уметь применять эти методы для получения технологической информации.

БПК-12. Владеть основными законами физики и химии, определяющими принцип действия компонентов микро-и наносистемной техники, знать их конструкции и характеристики, быть способным применять методы определения изгибной жесткости мембранных компонентов, определять трибологические свойства поверхностей и формировать сенсорные слои методом Ленгмюра-Блоджетт.

БПК-13. Владеть основными принципами функционирования физических и химических сенсоров и технологиями их изготовления, быть способным разрабатывать новые и эффективно применять существующие сенсорные системы.

БПК-14. Владеть знаниями о фундаментальных физических закономерностях явлений в микро- и наноразмерных твердотельных структурах и их свойствах, знать конструкции и технологические методы создания микро- и наноразмерных структур, применять полученные знания при разработке и производстве микро- и нанoeлектронных компонентов.

БПК-15. Владеть зондовыми нанотехнологиями, нелитографическими методами формирования поверхностных периодических и самоорганизованных структур и применять полученные знания для решения технологических задач.

БПК-16. Владеть основными понятиями и законами физики и химии наноструктур, применять полученные знания для решения производственных задач.

БПК-17. Уметь определять опасные производственные факторы и меры защиты от них в условиях конкретного производства.

БПК-18. Уметь проводить инструктаж работающих по охране труда и обучение их безопасным приемам работы.

БПК-19. Владеть основными методами ресурсо-и энергосбережения, способностью оценивать экологические последствия реализации продукции и реализации производственных процессов.

### **6.3. Требования к разработке учреждением образования результатов освоения содержания образовательной программы по специальности**

6.3.1. При разработке образовательной программы по специальности на основе настоящего образовательного стандарта все универсальные и базовые профессиональные компетенции включаются в набор требуемых результатов освоения содержания образовательной программы по специальности.

6.3.2. Перечень установленных настоящим образовательным стандартом универсальных

компетенций может быть дополнен учреждением образования с учетом направленности образовательной программы по специальности в УВО.

6.3.3. Перечень специализированных компетенций учреждение образования устанавливает самостоятельно с учетом направленности образовательной программы по специальности в УВО.

6.3.4. Дополнительные универсальные компетенции и специализированные компетенции устанавливаются на основе требований рынка труда, обобщения зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей соответствующей отрасли, иных источников.

6.3.5. Совокупность установленных настоящим образовательным стандартом универсальных и базовых профессиональных компетенций, а также установленных учреждением образования дополнительных универсальных компетенций и (или) специализированных компетенций, должна обеспечивать специалисту способность осуществлять не менее чем один вид профессиональной деятельности не менее чем в одной сфере профессиональной деятельности, указанных в п. 5.1 и п. 5.3 настоящего образовательного стандарта.

## 7. Требования к учебно-программной документации

### 7.1. Состав учебно-программной документации

Образовательная программа по специальности 1-38 01 04 «Микро- и наносистемная техника» включает следующую учебно-программную документацию:

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

### 7.2. Требования к разработке учебно-программной документации

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

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

7.2.3. В часы, отводимые на самостоятельную работу по учебной дисциплине (модулю), включается время, предусмотренное на подготовку к экзамену (экзаменам) и (или) зачету (зачетам) по данной учебной дисциплине (модулю).

### 7.3. Требования к структуре учебного плана учреждения высшего образования по специальности (направлению специальности, специализации)

7.3.1. Учебный план учреждения высшего образования по специальности (направлению специальности, специализации) разрабатывается в соответствии со структурой, приведенной в таблице 1.

Таблица 1

№	Наименование видов деятельности обучающегося, модулей, учебных дисциплин	Трудоемкость (в зачетных единицах)
<b>1.</b>	<b>Теоретическое обучение</b>	210
1.1.	Государственный компонент: Социально-	132

	гуманитарный модуль 1 ( <i>Философия, Экономика, Политология, История</i> ); Математика и информатика ( <i>Математика, Информатика</i> ); Естественно-научный модуль ( <i>Физика, Химия</i> ); Профессиональная лексика ( <i>Иностранный язык</i> ); Материаловедение ( <i>Материаловедение и технология материалов, Материалы электронной техники, Материалы микро- и наносистемной техники, Физическая химия</i> ); Технология материалов и компонентов электронной техники ( <i>Технология материалов и компонентов электронной техники</i> ); Физика твердого тела ( <i>Физика полупроводников и диэлектриков, Физика поверхности</i> ); Сенсоры и компоненты нано- и микросистемной техники ( <i>Компоненты нано- и микросистемной техники, Сенсоры и сенсорные микросистемы</i> ); Физика и технологии нано- и микросистем ( <i>Физика нано- и микросистем, Технологии нано- и микросистемной техники, Физика и химия наноструктур</i> ); Безопасность жизнедеятельности ( <i>Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность, Основы эколого-энергетической устойчивости производства, Охрана труда</i> ).	
1.2.	Компонент учреждения образования	78
1.3.	Факультативные дисциплины	–
1.4.	Дополнительные виды обучения	–
<b>2.</b>	<b>Учебная практика</b> (ознакомительная)	
<b>3.</b>	<b>Производственная практика</b> (технологическая, конструкторско-технологическая, преддипломная)	15
<b>4.</b>	<b>Дипломное проектирование</b>	15
	<b>Всего</b>	<b>240</b>

7.3.2. Распределение трудоемкости между отдельными модулями и учебными дисциплинами государственного компонента, а также отдельными видами учебных и производственных практик осуществляется учреждением образования.

7.3.3. При определении наименований учебных и производственных практик учитывается приведенный в настоящем образовательном стандарте примерный перечень практик и особенности профессиональной деятельности специалиста.

7.3.4. Трудоемкость каждой учебной дисциплины должна составлять не менее трех зачетных единиц. Соответственно, трудоемкость каждого модуля должна составлять не менее шести зачетных единиц.

7.3.5. При разработке учебного плана учреждения образования по специальности рекомендуется предусматривать в рамках компонента учреждения образования модули и учебные дисциплины по выбору обучающегося в объеме не менее 15% от общего объема теоретического обучения.

#### 7.4. Требования к результатам обучения

7.4.1. Коды универсальных и базовых профессиональных компетенций, формирование которых обеспечивают модули и учебные дисциплины государственного компонента, указаны в таблице 2.

Таблица 2

№	Наименование модулей, учебных дисциплин	Коды формируемых компетенций
<b>1</b>	<b>Социально-гуманитарный модуль 1</b>	
1.1	Философия	УК-1
1.2	Политология	УК-2
1.3	История	УК-3
1.4	Экономика	УК-4
<b>2</b>	<b>Математика и информатика</b>	
2.1	Математика	БПК-1
2.2	Информатика	БПК-2
<b>3</b>	<b>Естественно-научный модуль</b>	
3.1	Физика	БПК-3
3.2	Химия	БПК-4
<b>4</b>	<b>Профессиональная лексика</b>	
4.1	Иностранный язык	УК-5
<b>5</b>	<b>Материаловедение</b>	
5.1	Материаловедение и технология материалов	БПК-5
5.2	Материалы электронной техники	БПК-6
5.3	Материалы микро- и наносистемной техники	БПК-7
5.4	Физическая химия	БПК-8
<b>6</b>	<b>Технология материалов и компонентов электронной техники</b>	
6.1	Технология материалов и компонентов электронной техники	БПК-9
<b>7</b>	<b>Физика твердого тела</b>	
7.1	Физика полупроводников и диэлектриков	БПК-10
7.2	Физика поверхности	БПК-11
<b>8</b>	<b>Сенсоры и компоненты нано- и микросистемной техники</b>	
8.1	Компоненты нано- и микросистемной техники	БПК-12
8.2	Сенсоры и сенсорные микросистемы	БПК-13
<b>9</b>	<b>Физика и технологии нано- и микросистем</b>	
9.1	Физика нано- и микросистем	БПК-14
9.2	Технологии нано- и микросистемной техники	БПК-15
9.3	Физика и химия наноструктур	БПК-16
<b>10</b>	<b>Безопасность жизнедеятельности</b>	
10.1	Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность	<b>БПК-17</b>
10.2	Основы эколого-энергетической устойчивости производства	БПК-19
10.3	Охрана труда	БПК-18

7.4.2. Результаты обучения по модулям и учебным дисциплинам государственного компонента (знать, уметь, владеть) определяются типовыми учебными программами по учебным дисциплинам (модулям).

7.4.3. Учреждение образования самостоятельно планирует результаты обучения по модулям и учебным дисциплинам компонента учреждения высшего образования, практикам, дипломному проектированию, а также может конкретизировать и дополнять результаты обучения по модулям и учебным дисциплинам государственного компонента, установленные типовыми учебными программами.

7.4.4. Результаты обучения должны быть соотнесены с требуемыми результатами освоения содержания образовательной программы по специальности (компетенциями).

7.4.5. Совокупность запланированных результатов обучения должна обеспечивать выпускнику формирование всех универсальных и базовых профессиональных компетенций, установленных настоящим образовательным стандартом, а также всех дополнительных универсальных компетенций и (или) специализированных компетенций, установленных учреждением образования самостоятельно.

## **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, 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 образовательной программы по специальности 1-38 01 04 «Микро- и наносистемная техника» (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 (креативного и диалогового обучения, 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 по специальности создаются фонды оценочных средств, включающие типовые задания, задания открытого типа, задания коммуникативного типа, контрольные работы, тесты, комплексные квалификационные задания, тематику курсовых работ и проектов, тематику 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:

- Устная форма.
- Письменная форма.
- Устно-письменная форма.
- Техническая форма.

К устной форме диагностики компетенций относятся:

- Собеседования.
- Коллоквиумы.
- Доклады на семинарских занятиях.
- Доклады на конференциях.
- Устные зачеты.
- Устные экзамены.
- Оценивание на основе деловой игры.
- Тесты действия.
- Другие.

К письменной форме диагностики компетенций относятся:

- Тесты.
- Контрольные опросы.
- Контрольные работы.

- Письменные отчеты по аудиторным (домашним) практическим упражнениям.
- Письменные отчеты по лабораторным работам.
- Эссе.
- Рефераты.
- Курсовые работы (проекты).
- Отчеты по научно-исследовательской работе.
- Публикации статей, докладов.
- Заявки на изобретения и полезные модели.
- Письменные зачеты.
- Письменные экзамены.
- Стандартизированные тесты.
- Оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.
- Оценивание на основе кейс-метода.
- Оценивание на основе портфолио.
- Оценивание на основе метода развивающейся кооперации.
- Оценивание на основе проектного метода.
- Оценивание на основе деловой игры.
- Другие.

К устно-письменной форме диагностики компетенций относятся:

- Отчеты по аудиторным практическим упражнениям с их устной защитой.
- Отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой.
- Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой.
- Курсовые работы (проекты) с их устной защитой.
- Зачеты.
- Экзамены.
- Защита дипломной работы (проекта).
- Взаимное рецензирование студентами дипломных работ (проектов).
- Оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.
- Оценивание на основе метода развивающейся кооперации.
- Оценивание на основе проектного метода.
- Оценивание на основе деловой игры.
- Оценивание на основе метода Дельфи.
- Другие.

К технической форме диагностики компетенций относятся:

- Электронные тесты.
- Электронные практикумы.
- Визуальные лабораторные работы.
- 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 образовательной программы по специальности 1-38 01 04 «Микро- и наносистемная техника» проводится в форме защиты дипломного проекта (работы).

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

## **9.2. Требования к дипломному проекту**

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

При выборе темы дипломного проекта (работы) необходимо руководствоваться актуальностью и практической значимостью проблемы.



**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 ”Образование и молодежная политика“ на 2016-2020 гг.: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 28 марта 2016 г., № 250 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – 13.04.2016, № 5/41915.

[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.

## Руководители разработки стандарта

Руководитель коллектива  
разработчиков

\_\_\_\_\_

С.П. Сернов

*подпись*

«\_\_»\_\_\_\_\_ 2018

Председатель УМО по образованию  
в области приборостроения

\_\_\_\_\_

А.М.Маляревич

*подпись*

М.П.

«\_\_»\_\_\_\_\_ 2018

Ректор БНТУ

\_\_\_\_\_

С.В. Харитончик

*подпись*

М.П.

«\_\_»\_\_\_\_\_ 2018

## СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель Министра образования  
Республики Беларусь

И.А. Старовойтова

\_\_\_\_\_

*Подпись*

МП

«\_\_»\_\_\_\_\_ 2018

## Эксперты:

*подпись*

МП

«\_\_»\_\_\_\_\_ 2018

Ректор Государственного учреждения образования  
«Республиканский институт высшей школы»

В.А. Гайсенюк

\_\_\_\_\_

*подпись*

МП

«\_\_»\_\_\_\_\_ 2018