

Учреждение образования  
«Белорусский государственный технологический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
Сакович А.А.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ  
В МАГИСТРАТУРУ БГТУ  
для специальности углубленного высшего образования  
**7-06-0713-02 Электронные системы и технологии**

Минск, 2025

Программа вступительных испытаний в магистратуру БГТУ по специальности 7-06-0713-02 «Электронные системы и технологии» разработана в соответствии с приказом ректора БГТУ от 14.02.2025 № 102 «Об организации проведения вступительных испытаний и дополнительных собеседований в 2025 году».

Программа составлена на основе: учебных программ БГТУ по учебным дисциплинам, модулям специальности либо группам специальностей образовательной программы бакалавриата, соответствующим специальности образовательной программы магистратуры 7-06-0713-02 «Электронные системы и технологии» .

#### СОСТАВИТЕЛИ:

А.Н. Мурашкевич - профессор кафедры химии, технологии электрохимических производств и материалов электронной техники учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», доктор технических наук, доцент;

О.А. Алисиенок - доцент кафедры химии, технологии электрохимических производств и материалов электронной техники учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат химических наук.

Программа вступительных испытаний в магистратуру БГТУ по специальности 7-06-0713-02 «Электронные системы и технологии» рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры химии, технологии электрохимических производств и материалов электронной техники.

Протокол № 8 от 07.03.2025

Заведующий кафедрой  
химии, технологии электрохимических производств и материалов электронной техни:  
канд. хим. наук, доцент

А.А. Черник

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа вступительных испытаний в магистратуру БГТУ по специальности 7-06-0713-02 «Электронные системы и технологии» из 2-х блоков: вступительное испытание и дополнительное собеседование.

Уровень основного образования лиц, поступающих для получения высшего образования второй ступени - высшее образование первой ступени.

Вступительные испытания проводятся по программе вступительных испытаний, разработанные кафедрой БГТУ химии, технологии электрохимических производств и материалов электронной техники в соответствии с типовыми учебными программами и образовательным стандартом по учебным дисциплинам, соответствующим профилю специальности.

Иностранные граждане, имеющие высшее образование первой ступени, участвуют в конкурсе с учетом проведения дополнительного собеседования.

### I. ВСТУПИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ.

Форма проведения экзамена - письменно-устная.

На экзамен вынесена учебная дисциплина «Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники».

### II. ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ СОБЕСЕДОВАНИЕ.

Дополнительное собеседование проводится по учебной дисциплине «Химическая технология материалов электронной техники».

### **Критерии оценок вступительного испытания для получения высшего образования второй ступени по специальности 7-06-0713-02 «Электронные системы и технологии»**

Десятибалльная шкала в зависимости от величины балла и оценки включает следующие критерии:

#### **10 баллов - ПРЕВОСХОДНО:**

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;
- точное использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им критическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;

#### **9 баллов - ОТЛИЧНО:**

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;
- точное использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;

- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках программы вступительного испытания;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им критическую оценку;

### **8 баллов - ПОЧТИ ОТЛИЧНО:**

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме программы вступительного испытания;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках программы вступительного испытания;

### **7 баллов - ОЧЕНЬ ХОРОШО:**

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;
- использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им критическую оценку;

### **6 баллов - ХОРОШО:**

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме программы вступительного испытания;
- использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках программы вступительного испытания;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им сравнительную оценку;

### Темы вступительных испытаний

1. Физико-химические, физические и химические основы электроники.
  - 1.1. Структура твердых тел.
  - 1.2. Транспорт в твердом теле.
  - 1.3. Дефекты в кристаллах.
  - 1.4. Термодинамика конденсированных систем.
  - 1.5. Физика и химия диэлектриков, диэлектрических и кристаллооптических явлений.

- 1.6. Физика и химия магнетиков и магнитных явлений.
2. Электронные структуры и приборы.
  - 2.1. Электроника кристаллов.
  - 2.2. Полупроводниковые, магнитные, диэлектрические, оптические функциональные структуры и приборы.
3. Современная электроника.
  - 3.1. Нанoeлектроника и молекулярная электроника.
  - 3.2. Сенсоры.
4. Технологии материалов и изделий электронной техники.
  - 4.1. Полупроводниковые классические технологии.
  - 4.2. Керамические технологии.
5. Оборудование производств материалов и изделий электронной техники.

#### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Щука А.А. Электроника.-СПб: «БХВ-Петербург», 2005
2. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию.-М.: «Бином», 2005
3. Киреев В., Столяров А. Технологии микроэлектроники. Химическое осаждение из газовой фазы,- М.: Техносфера, 2006
4. Неволин В. Зондовые нанотехнологии в электронике.- М.: Техносфера, 2006
5. Эггинс Б. Химические и биологические сенсоры.- М.: Техносфера, 2005
6. Шаскольская М.П. Кристаллография. М.: Высшая школа. 1984 г
7. Сирота Н.Н. Термодинамика и статистическая физика.- Мн.:Высшая школа, 1969.
8. Сирота Н.Н. Физико-химическая природа фаз переменного состава.- Мн.:Наука и техника, 1970
9. Гилевич М.П., Покровский И.И. Химия твердого тела. Мн.:Университетское, 1985.
10. Гуденаф Д. Магнетизм и химическая связь.-М.: Металлургия, 1968.- 328 с.
11. Поляков А. А. Технология керамических радиоэлектронных материалов, М.: Радио и связь, 1989.
12. Технология полупроводниковых приборов и изделий микроэлектроники в 2- х кн. М.:Высшая школа, 1989. Технология СБИС в 2-х кн./ Под ред. С. Зи. М.:Мир, 1986. Пичугин И.Г., Таиров Ю.М. Технология полупроводниковых приборов. М.:Высшая школа, 1984.
13. Пригожий И., Кодегуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. М.: Мир, 2002.
14. Фистуль В.И. Физика и химия твердого тела. Т.т. 1,2.М.:Металлургия, 1995.
15. Технология производства материалов магнитоэлектроники М: Металлургия, 1994. Под ред. Летюка Л.М.
16. Мурашкевич А.Н., Жарский И.М. Физико-химических основы процессов кристаллизации и методы выращивания монокристаллов. Учебное пособие по курсу"Химическая технология материалов квантовой и твердотельной электроники" для студентов спец. Т 15.01 Минск: БГТУ, 1997.
17. Готра Ю. Технология микроэлектронных устройств. М. :Радио и связь, 1991.
18. Нашельский А.Я. Технология полупроводниковых материалов. М.:Метал- лургия,

1987.

19. Зи С. Физика полупроводниковых приборов. М.: Мир, 1984.
21. Почтенный А.Е. Физическая электроника и электронные приборы. Мн: БГТУ, 1999
22. Смоленский Г.А. и др. Сегнетоэлектрики и антисегнетоэлектрики. -Л.:Наука, 1971.
23. Электрорадиоматериалы. - Под ред. Б.М.Тареева. - М.: Высшая школа, 1978.
24. Окадзаки К. Технология керамических диэлектриков. М.:Энергия, 1976.
25. Шишкин Н.Я., Жарский И.М., Ю.К.Гунько. Физико-химия диэлектриков. Мн, 1994.
26. Шишкин НЛ., Жарский И.М., Ю.К. Гунько. Магнетохимия конденсированного состояния. Мн, 1993.
27. Кубашевский О., Гопкинс Б. Окисление металлов и сплавов. М.: Metallurgy, 1965.
28. Шишкин Н.Я., Жарский И.М. Процессы переноса в твердом теле. Мн, 2000.
29. Казанкин О.Н., Марковский Л.Я. Неорганические люминофоры. А: Химия. 1975 г
30. Гурвич А.М. Введение в физическую химию кристаллофосфоров., М.: Высшая школа. 1982.
31. Поляков А.А. Технология керамических радиоэлектронных материалов, М.: Радио и связь, 1989.- 205 с.
32. Окадзаки К. Технология керамических диэлектриков. Пер с японского. М.: Энергия. 1976 .— 336 с.
33. Рез И.С., Поплавко Ю. М. Диэлектрики. Основные свойства и применение в электронике. М.: Радио и связь. 1989.- 288 с.
34. Смирнов А.Г. Квантовая электроника и оптоэлектроника. М.: Высшая школа. 1987.— 239 с.
35. Блистанов А.А. Кристаллы квантовой и нелинейной оптики. Учебное пособие для вузов. -М.: «МИСИС», 2000. - 432 с.
36. Ротенберг Б.А. Керамические конденсаторные диэлектрики. - СПб.Типография ОАО НИИ «Гириконд»,2000 -246 с.
37. Химическая обработка в технологии ИМС/ В. П. Василевич, А. М.Кисель, А. Б. Медведева, В. И. Плебанович, Ю. А. Родионов. - Полоцк: ПГУ, 2001. - 260 с.
38. Блинов И.Г., Кожитов Л.В. Оборудование полупроводникового производства. М., Машино-строение, 1986 г. 264 с.
39. Под ред. Масленникова П.Н. Оборудование полупроводникового производства. М., Радио и связь, 1981. - 335 с.
40. Булкин А.Д., Якивчик Н.П. Технология и оборудование производства полупроводниковых приборов. М., 1984. - 255 с.
41. Николаев И.М. Оборудование и технология производства полупроводниковых приборов. М., Высшая школа, 1977. - 269 с.
42. Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности. Изд. 2-ое, переработанное. М., Химия, 1977. - 368 с.
43. Свенчанский А.Д. Электрические промышленные печи. М., Энергия, 1975. -380 с.
44. Теория, конструкции и расчеты металлургических печей. / В. А. Кривандин др.; Под ред. В. А. Кривандина М.: Metallurgy, 1986. - 386 с.
45. Барил М.А., Самойликов В.К. Газовые системы оборудования производства полупроводниковых приборов и интегральных схем, М.: Энергия, 1978. - 112 с.

46. Рогов В. В. Механическая обработка полупроводниковых материалов. М.: ГУЛ «Пульсар», 2003. - 79 с.

### **5 баллов - ПОЧТИ ХОРОШО:**

- достаточные знания в объеме программы вступительного испытания;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках программы вступительного испытания;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им сравнительную оценку;

### **4 балла - УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:**

- достаточный объем знаний в рамках программы вступительного испытания;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;

### **3 балла- ПОЧТИ УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:**

- достаточный объем знаний в рамках программы вступительного испытания;
- использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы без существенных логических ошибок;
- слабое владение инструментарием учебной дисциплины;

### **2 балла- НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:**

- фрагментарные знания в рамках программы вступительного испытания;
- неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых логических ошибок;

### **1 балл-НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:**

- отсутствие знаний и компетенции в рамках программы вступительного испытания;

### **0 баллов- НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:**

- отказ от ответа.

## Темы дополнительного собеседования

1. Физическая электроника и электронные приборы.
  - 1.1. Полупроводниковый выпрямительный диод, диод Шоттки, туннельный диод.
  - 1.2. Транзисторы: биполярный и полевой.
  - 1.3. Оптоэлектронные приборы.
2. Нанотехнологии.
  - 2.1. Методы получения наноструктурированных материалов.
  - 2.2. Зондовые технологии.
  - 2.3. Самоорганизующиеся процессы для создания наноматериалов.
3. Технология жидкокристаллических изделий.
  - 3.1. Классификация и физико-химические свойства жидких кристаллов.
  - 3.2. Электрооптические эффекты в жидких кристаллах.
  - 3.3. Устройства отображения информации на жидких кристаллах.
  - 3.4. Материалы, используемые для создания ЖК индикаторов.
  - 3.5. Технология ЖК индикаторов.
4. Техника высокого вакуума и вакуумные технологии.
  - 4.1. Физика вакуума.
  - 4.2. Низко- и высоковакуумные насосы различных типов.
  - 4.3. Изменение вакуума, манометрические преобразователи, течеискатели.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Шишкин Н.Я., Жарский И.М. Термодинамика твердых растворов и фазовые переходы. Мн: БГТУД996.
2. Шкловский Б.И., Эфрос А.Л. Электронные свойства легированных полупроводников. М.: Наука, 1979.
3. Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника / Под ред. Федорова Н.Д. М.: Радио и связь, 1998
4. Преображенский А.А., Бишару Е.Г. Магнитные материалы и элементы. -М.: Высшая школа, 1986.
5. Пасынков В.В., Чиркин А.К. Полупроводниковые приборы . С.-Петербург:Лань, 2001.