

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ФГАОУ ВО  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

УТВЕРЖДАЮ

Ответственный секретарь  
приемной комиссии

А.В. Губайдулина



**Программа вступительных испытаний в магистратуру  
по направлению 03.04.02 Физика**

**Магистерская программа: «Инжиниринг микро- и наносистем»**

**Содержание программы**

Вступительное испытание направлено на выявление степени готовности абитуриентов к освоению магистерской программы «Инжиниринг микро- и наносистем» направления 03.04.02 Физика.

В ходе вступительного испытания оцениваются обобщенные знания в области микрофлюидики и фотоники; технологии и диагностики природовдохновленных наноматериалов; электронных устройств на основе обучаемых наноматериалов; выявляется степень компетенций, значимых для успешного обучения в магистратуре по соответствующему направлению.

Вступительное испытание для поступающих в магистратуру проводится в форме онлайн-тестирования.

**Тестирование**

Онлайн-тестирование на выявление уровня подготовки выпускника-бакалавра в области микрофлюидики и фотоники; технологии и диагностики природовдохновленных наноматериалов; электронных устройств на основе обучаемых наноматериалов.

Минимальное проходное количество баллов – 50 баллов.

Максимальное количество баллов за тест – 100 баллов.

**Раздел 1. Микрофлюидика и фотоника**

1. Явления переноса на молекулярном уровне. Основные законы диффузии.
2. Явления переноса на макроуровне. Конвективные процессы.
3. Броуновское движение. Формула Эйнштейна-Смолуховского.
4. Поверхностное натяжение жидкостей. Краевой угол смачивания  
Уравнение Юнга.
5. Явление электросмачивания. Вывод уравнения Липпмана.

6. Поднятие жидкости в капиллярах. Формула Борелли-Жюрена. Уравнение Лукаса-Вошборна.
7. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса.
8. Виды межмолекулярных связей и их характеристики.
9. Течение жидкости в трубе. Формула Пуазейля-Хагена. Ламинарное течение.
10. Уравнения сохранения для вязкой жидкости. Диссипация механической энергии в вязкой жидкости.
11. Электромагнитная природа света. Уравнения Максвелла.
12. Поток энергии в световой волне. Основные понятия фотометрии.
13. Давление света. Импульс световой волны. Давление света на классический атом.
14. Оптическая левитация взвешенных прозрачных частиц. Оптический пинцет. Опыт Эшкина.
15. Взаимодействие света с веществом. Оптический нагрев поглощающей среды.
16. Оптические явления на границе раздела фаз. Основные уравнения.
17. Показатель преломления. Влияние температуры и концентрации примеси в жидкой среде.
18. Излучательная и поглощательная способность тел. Равновесное тепловое излучение. Закон Кирхгофа.
19. Линзы, оптические диафрагмы, оптические решетки: типы, основные характеристики и назначение.
20. Структура зрения представителей животного мира. Оптические принципы получения информации и построения изображения. Специфические особенности, функции, рефлексy.

### **Рекомендуемая литература**

1. Хаппель, Джон. Гидродинамика при малых числах Рейнольдса / Д. Хаппель, Г. Бреннер Москва: Мир, 1976 632 с. : ил. ; 22 см 3.90 р.
2. Ландау, Лев Давидович (1908-1968). Теоретическая физика: учеб. пособие для студ. физ. спец. ун-тов : в 10 т. / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Москва : Физматлит. ISBN 5-9221-0121-8 : Б.г. Т. 6: Гидродинамика / ред. Л. П. Питаевский. 2006. 736 с.
3. Левич, Вениамин Григорьевич (1917-1988). Физико-химическая гидродинамика / В. Г. Левич; [отв. ред. А. Н. Фрумкин]; Академия наук СССР, Ин-т физ. химии. Москва: Изд-во Академии наук СССР, 1952. 537с.
4. Дерягин, Борис Владимирович. Поверхностные силы: / Б. В. Дерягин, Н. В. Чураев, В. М. Муллер. Москва: Наука, 1985.

5. Сумм, Борис Давидович. Основы коллоидной химии: учеб. пособие для студ., обуч. по спец. 020101.65 (011000) "Химия" и напр. 020100.62 (510500) "Химия" / Б. Д. Сумм. 2-е изд., стер. Москва : Академия, 2007. 240 с.
6. Ахманов, Сергей Александрович. Физическая оптика: учеб. по спец. "Физика" / С. А. Ахманов, С. Ю. Никитин. Москва : Изд-во МГУ, 1998. 656 с.
7. Фотоника. Применение фотонов в современных технологиях [Электронный ресурс]. Москва : Техносфера, 2019. 104 с.
8. Дёмин, В. В. Фотометрия и ее применения : учебное пособие / В. В. Дёмин, И. Г. Половцев. Фотометрия и ее применения, 2024-06-17. Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2017. 344 с.

## **Раздел 2. Технология и диагностика природовдохновленных наноматериалов. Нейропроцессоры на основе обучаемых наноматериалов.**

1. Привести примеры применения природовдохновленных наноматериалов в приборостроении, биологии и медицине.
2. Какие измерения производятся на электронном микроскопе при исследовании биообъектов – клещей?
3. С помощью какого аналитического оборудования проводятся исследования состава и структуры обучаемого наноматериала из оксида металла?
4. Какие электрические характеристики можно получить из анализа вольт-амперной характеристики мемристора – аналога живого синапса?
5. Как проводится исследование топологии поверхности, элементный и количественный анализ ядерного материала?
6. Назначение и устройство основных модулей нанотехнологического комплекса (НТК) «НаноФаб-100».
7. Краткая характеристика аналитического оборудования для исследования природовдохновленных наноматериалов.
8. Дайте определение микропроцессора. В чем отличие между микропроцессором и логической интегральной схемой.
9. В чем отличие между аналоговыми и цифровыми сигналами? Каковы преимущества цифрового сигнала перед аналоговым? Каковы недостатки цифрового сигнала?
10. Что такое «равновесная концентрация электронов и дырок» и как она зависит от материала полупроводника, температуры?
11. Какие задачи решает SPICE моделирование при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области биоморфной микро- и наноэлектроники?
12. Какие основные отличия (недостатки и преимущества) полевых и биполярных транзисторов вы знаете?

13. Расскажите о физическом принципе и теории работы мемристора?
14. Расскажите о биологическом нейроне?
15. Как исследовать морфологию поверхности наноматериала?
16. Особенности создания микрофлюидного чипа.
17. Основные технологии для создания природовдохновленных материалов.
18. Метод плазмохимического травления для создания микро- и наноканалов микрофлюидного чипа.
19. Что такое позитивный и негативный резист.

### **Рекомендуемая литература**

1. Удовиченко, С. Ю. Пучково-плазменные технологии для создания материалов и устройств микро- и наноэлектроники: учебное пособие / С. Ю. Удовиченко. — Тюмень: ТюмГУ, 2016. — 228 с. — ISBN 978-5-400-01349-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110025>
2. Витязь, П. А. Основы нанотехнологий и наноматериалов: учебное пособие / П. А. Витязь, Н. А. Свидуневич. — Минск: Вышэйшая школа, 2010. — 302 с. — ISBN 978-985-06-1783-5. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/20108.html>
3. Технологии конструкционных наноструктурных материалов и покрытий: монография / П. А. Витязь, А. Ф. Ильющенко, М. Л. Хейфец, С. А. Чижик. — Минск: Белорусская наука, 2011. — 283 с. — ISBN 978-985-08-1292-6. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/12322.html>
4. Неволин, В. К. Зондовые нанотехнологии в электронике / В. К. Неволин. — Москва: Техносфера, 2014. — 174 с. — ISBN 978-5-94836-382-0. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/26894.html>
5. Писарев, А. Д., Удовиченко, С. Ю. Биоморфный нейропроцессор на основе наноразмерного комбинированного мемристорно-диодного кроссбара / А. Д. Писарев, С. Ю. Удовиченко. — Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2021. — 228 с. <https://www.utmn.ru/news/stories/nauka-segodnya/1087322/>
6. Кучумов, А. И. Электроника и схемотехника: учеб. пособие для студ., обуч. по спец. "Компьютер. безопасность" и "Комплексное обеспечение информац. безопасности автоматизир. систем" / А. И. Кучумов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Гелиос АРВ, 2004. — 336 с.
7. Каганов, В.И. Радиотехнические цепи и сигналы: компьютеризированный курс: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Радиотехника" / В. И. Каганов. — Москва: Форум. — [Б. м.]: Инфра-М, 2010. — 432 с.