

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«**Ивановский государственный химико-технологический университет**»

**Факультет неорганической химии и технологии**

**Кафедра технологии приборов и материалов электронной техники**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**(выполнение и защита выпускной квалификационной работы)**

Направление подготовки **28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника**

Профиль подготовки **Нанотехнологии и микросистемная техника**

Тип образовательной программы **Бакалавриат**

Квалификация (степень) **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

## 1. Общие положения

Целью государственной итоговой аттестации является установление соответствия результатов освоения обучающимися образовательной программы, разработанной в Ивановском государственном химико-технологическом университете соответствующим требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО).

Задачами государственной итоговой аттестации являются:

1. Оценить уровень практической и теоретической подготовки обучающегося к выполнению профессиональных задач во всех областях профессиональной деятельности по данному направлению подготовки;
2. Определить готовность выпускника к следующим областям и сферам профессиональной деятельности:
  - 01 Образование и наука (в сфере научных исследований);
  - 29 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования (в сфере проектирования и производства материалов и компонентов nano- и микросистемной техники, в сфере технического обеспечения технологических процессов микро- и наноразмерных электромеханических систем);
  - 40 Сквозные виды профессиональной деятельности (в сфере разработки, эксплуатации и обслуживания технологического оборудования и аппаратно-программных средств для производства материалов и компонентов nano- и микросистемной техники).

**Типы задач** профессиональной деятельности выпускников:

- научно-исследовательский;
- сервисно-эксплуатационный.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате государственной итоговой аттестации:

- УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;
- УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;
- УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде;
- УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах);
- УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах;
- УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни;
- УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
- УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций;
- ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования;
- ОПК-2. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла объектов, систем и процессов;
- ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;
- ОПК-4. Способен использовать современные информационные технологии и

программные средства при решении задач профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности;

- ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии;
- ОПК-6. Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил;
- ОПК-7. Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники;
- ПК-1. Способность проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий;
- ПК-2. Готовность проводить исследования материалов и компонентов нанoeлектроники и микросистемной техники для разработки и оптимизации технологических процессов;
- ПК-3. Готовность к эксплуатации и сервисному обслуживанию современного технологического оборудования, используемого в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.

## **2. Структура государственной итоговой аттестации**

Государственная итоговая аттестация по направлению подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» включает:

- защиту выпускной квалификационной работы (ВКР).

Проведение государственного экзамена в рамках программы профиля подготовки «Нанотехнологии и микросистемная техника» не предполагается.

## **3. Выпускная квалификационная работа**

Выпускная квалификационная работа представляет собой самостоятельно выполненную обучающимся письменную работу, содержащую решение задачи, либо результаты анализа проблемы, имеющей значение для соответствующей области профессиональной деятельности.

Квалификационная работа бакалавра должна отражать уровень фундаментальной и профессиональной подготовки в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению, приобретенные компетенции, а также умение применять полученные знания при выполнении конкретной задачи творческого характера.

### **3.1. Структура выпускной квалификационной работы и требования к ее содержанию и оформлению**

По своему содержанию ВКР должна соответствовать областям профессиональной деятельности, заявленным в образовательной программе по направлению.

По характеру представляемого материала ВКР может быть:

- научно-исследовательской;
- опытно-конструкторской;
- технологической;
- расчетно-информационной;
- методической.

Структура выпускной квалификационной работы выпускника должна включать обоснование актуальности разрабатываемой проблемы.

Научно-исследовательская квалификационная работа имеет традиционную для НИР структуру и содержание:

- введение с постановкой задачи;
- обзор литературы, отражающий современное состояние проблемы и заканчивающийся выбором методов, направлений и объектов исследования;
- экспериментальная часть с анализом погрешностей и надежности измерений;

- результаты и их обсуждение;
- выводы;
- список литературы.

Опытно-конструкторская квалификационная работа может быть посвящена разработке экспериментальной установки, отдельного ее узла, прибора или устройства.

Структура опытно-конструкторской работы:

- введение с постановкой задачи;
- теоретическая часть, включающая описание физических принципов работы проектируемого изделия, выбор и обоснование конструкторских и технологических решений, технические требования к создаваемой конструкции;
- экспериментальная часть, содержащая анализ и описание устройства и работы конкретной установки, технологию ее изготовления;
- результаты работы с изложением данных по испытаниям установки или устройства, ее параметрам, погрешностям. Кроме того, в этом разделе целесообразно дать краткую инструкцию по эксплуатации изделия и правилам безопасной работы с ним;
- экономическую оценку эффективности внедрения разработки;
- список литературы.

Технологическая квалификационная работа может быть посвящена разработке технологического процесса или отдельных технологических операций производства того или иного изделия, материала.

Структура технологической работы:

- введение с формулировкой задачи;
- теоретическая часть с анализом литературных данных по способам реализации проектируемого технологического процесса, выбором и обоснованием конкретного способа;
- расчетно-аналитическая часть, включающая анализ физико-химических процессов и физико-химические расчеты основных процессов;
- технологическая часть, посвященная выбору, обоснованию и описанию конкретных технологических режимов и способов контроля;
- технико-экономический анализ, обоснование принятых решений с позиций экологии и охраны труда;
- список литературы.

Расчетно-информационная квалификационная работа может выполняться в двух вариантах:

- создание и отладка программы для научных, учебных, технологических расчетов и обработки результатов измерений.
- создание базы данных или фрагмента информационной системы по одному из разделов дисциплин или блока дисциплин направления.

Структура расчетно-информационной работы:

- введение с формулировкой задачи;
- теоретическая часть, посвященная анализу и описанию сущности физико-химических явлений и систем, которые предполагается рассчитывать или вводить в ЭВМ;
- практическая часть, включающая выбор и обоснование вычислительных или других процедур, описание программы, анализ возможностей и ограничений;
- инструкция для пользования программным продуктом с указанием возможных вариантов и путей расширения;
- список литературы.

Методическая квалификационная работа может быть посвящена постановке новой или модернизации действующей лабораторной работы, моделированию того или иного явления или процесса, разработке блока заданий и задач для практических занятий и самостоятельной

работы и т.д. К защите может представляться и методическое пособие (под редакцией или в соавторстве с руководителем), оформленное в соответствии со стандартом.

Структура методической работы:

- введение с постановкой задачи;
- теоретическая часть с анализом физических и химических процессов;
- практическая часть, включающая описание методики выполнения работы, выбора условий экспериментов или моделирования и т.д.;
- анализ и обработка получаемых результатов;
- выводы;
- список литературы.

Объем квалификационной работы составляет 40 – 60 страниц текста, включая графики, рисунки, таблицы, список литературы и оглавление (форма титульного листа ВКР приведена **в Приложении 1 фонда оценочных средств**). К рукописи прилагается аннотация объемом до одной страницы текста, в которой должны быть отражены основные положения, выносимые на защиту. Графические и демонстрационные материалы представляются в виде презентации. В случае необходимости, графическая часть работы может быть представлена чертежами, выполненными на ватмане. В рекомендуемом объеме ВКР объем приложений не учитывается.

### **3.2 Порядок выполнения выпускной квалификационной работы**

#### **1. Выбор темы ВКР.**

Обучающемуся предоставляется право выбора темы ВКР и руководителя ВКР из предложенного списка. Обучающийся может предложить свою тему с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки для практического применения в соответствующей области профессиональной деятельности или на конкретном объекте профессиональной деятельности. В этом случае подается заявление на имя заведующего кафедрой с просьбой закрепить данную тему за обучающимся. Тема ВКР может быть предложена предприятием (организацией), с которым(ой) университет имеет договор/соглашение о сотрудничестве. В этом случае предприятие (организация) оформляет заявку на разработку конкретной темы в виде письма на имя декана факультета.

Приказом ректора университета не позднее чем за 6 месяцев до даты начала государственной итоговой аттестации за обучающимся утверждается тема ВКР, а также закрепляется руководитель выпускной квалификационной работы из числа работников университета и при необходимости консультант (консультанты).

В случае необходимости изменения или уточнения темы, смены руководителя ВКР декан факультета не позднее, чем за месяц до защиты ВКР на основании личного заявления обучающегося, согласованного с заведующим выпускающей кафедрой, формирует новый приказ с предлагаемыми изменениями.

#### **2. Руководитель ВКР:**

- выдает студенту задание на ВКР (согласно форме **Приложения 2 фонда оценочных средств**) и разрабатывает вместе со студентом календарный график выполнения ВКР;
- рекомендует студенту литературу, справочные и архивные материалы, другие материалы по теме ВКР;
- проводит консультации по графику, утверждаемому заведующим кафедрой;
- проверяет выполнение работы (по частям и в целом);
- при необходимости после преддипломной практики вносит коррективы в задание на ВКР.

**2.3. Консультант ВКР** назначается профильной кафедрой на основании задания на выполнение ВКР по консультированию обучающихся по соответствующему разделу работы.

В обязанности консультанта входит:

- формулирование задания на выполнение соответствующего раздела ВКР по согласованию с руководителем ВКР;

- определение структуры соответствующего раздела ВКР;
- оказание необходимой консультационной помощи обучающемуся при выполнении соответствующего раздела ВКР;
- проверка соответствия объема и содержания раздела ВКР заданию;
- принятие решения о готовности раздела, подтвержденного соответствующими подписями на титульном листе ВКР и на листе с заданием.

3.2.4. Для выполнения ВКР обучающийся может использовать время, отводимое на самостоятельную работу по отдельным дисциплинам (модулям), в период практики, в рамках лабораторных работ по отдельным дисциплинам (модулям). Подготовка квалификационной работы завершается студентом во второй половине восьмого семестра в течение времени, отводимого на итоговую аттестацию. При подготовке ВКР могут быть использованы результаты текущей работы обучающегося, в том числе курсовые работы(проекты).

3.2.5. Законченная работа сдается руководителю на проверку не позднее, чем за две недели до начала работы государственной экзаменационной комиссии (ГЭК). На основании проверки ВКР на объем заимствования и анализа работы студента в период подготовки ВКР руководитель представляет письменный отзыв о работе студента над ВКР (форма приведена в **Приложении 3 фонда оценочных средств**). Кафедра обеспечивает ознакомление студента с отзывом не позднее, чем за 5 календарных дней до дня защиты ВКР.

Внешняя рецензия ВКР не предусмотрена.

Выпускная квалификационная работа, включающая один экземпляр в печатном виде, задание на квалификационную работу и отзыв руководителя ВКР, передаются в государственную экзаменационную комиссию не позднее, чем за 2 календарных дня до даты защиты ВКР.

Тексты ВКР, за исключением текстов ВКР, содержащих сведения, составляющие государственную тайну, размещаются в электронной информационно-образовательной среде ИГХТУ.

### **3.3 Порядок защиты выпускной квалификационной работы**

Защита ВКР является завершающим этапом государственной итоговой аттестации выпускника.

В процессе защиты ВКР студент делает доклад об основных результатах своей работы продолжительностью не более 15 минут, затем отвечает на вопросы членов комиссии по существу работы, а также на вопросы, соответствующие общим требованиям к профессиональному уровню выпускника, предусмотренные ФГОС ВО по направлению подготовки. Общая продолжительность защиты ВКР одним студентом – не должна превышать 30 минут.

Решение о присвоении выпускнику квалификации по направлению подготовки и выдаче документа государственного образца о высшем образовании и (или) о квалификации принимает государственная экзаменационная комиссия по положительным результатам государственной итоговой аттестации, оформленным протоколами экзаменационных комиссий. Решение государственной экзаменационной комиссии принимаются на закрытых заседаниях простым большинством голосов членов комиссии, участвующих в заседании, при обязательном присутствии председателя комиссии. При равном числе голосов председатель комиссии обладает правом решающего голоса.

Каждая защита ВКР оформляется отдельным протоколом (**Приложение 4 фонда оценочных средств**). В протоколе заседания государственной экзаменационной комиссии по приему государственного аттестационного испытания отражаются перечень заданных обучающемуся вопросов и характеристика ответов на них, мнения председателя и членов государственной экзаменационной комиссии о выявленном в ходе государственного аттестационного испытания уровне подготовленности обучающегося к решению

профессиональных задач, а также о выявленных недостатках в теоретической и практической подготовке обучающегося. Протоколы заседаний комиссий подписываются председателем и присутствующими на заседании членами комиссии. Протокол заседания государственной экзаменационной комиссии также подписывается секретарем экзаменационной комиссии.

Секретарь комиссии не позднее 3-х рабочих дней передает на выпускающую кафедру на хранение протоколы государственной экзаменационной комиссии, а также ВКР вместе с отзывом руководителя и отзывом (ами) рецензента (ов). Протоколы заседаний комиссий сшиваются в книги и хранятся на выпускающей кафедре в течение года, после чего сдаются в архив университета.

### **3.4 Критерии оценивания выпускной квалификационной работы**

Результаты защиты квалификационной работы оцениваются из 100 баллов: "отлично" (от 85 до 100 баллов), "хорошо" (от 70 до 84 баллов), "удовлетворительно" (от 52 до 69 баллов), "неудовлетворительно" (ниже 52 баллов). Оценки "отлично", "хорошо", "удовлетворительно" означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания.

Члены ГЭК оценивают степень соответствия представленной квалификационной работы и ее защиты требованиям ФГОС ВО. Оценочная матрица членов ГЭК приведена в ФОС ГИА (*Приложение 5 фонда оценочных средств*).

**3.5 Фонд оценочных средств по государственной итоговой аттестации (Приложение А)** представляет собой совокупность критериев оценивания ВКР через оценку работы руководителем и членов ГЭК.

## **4. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:**

### **а) основная литература:**

1. Нано- и микросистемная техника. От исследований к разработкам : сб. ст. : [монография] / под ред. П. П. Мальцева. - М. : Техносфера, 2005. - 589 с.
2. Богданов, А. В. Волоконные технологические лазеры и их применение : учеб. пособие для вузов по направлению подготовки " Машиностроение " / А. В. Богданов , Ю. В. Голубенко . - СПб . [ и др . ] : Лань , 2016. - 208 с.
3. Борейшо, А. С. Лазеры : устройство и действие : для вузов по направлениям подготовки бакалавриата " Лазерная техника и лазерные технологии ", " Фотоника и оптоинформатика " / А . С . Борейшо , С . В . Ивакин . - Изд . 2- е , стер . - СПб . [ и др . ] : Лань , 2017. - 304 с .
4. Мартинес-Дуарт, Дж. М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / пер. с англ. А. В. Хачояна ; под ред. Е. Б. Якимова. - Изд. 2-е, доп. - М. : Техносфера, 2009. - 368 с.
5. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий. В 2 т. Т. 2. Технологические аспекты / М. В. Акуленок [и др.] ; [под общ. ред. Ю. Н. Коркишко]. - М. : БИНОМ. Лаборатор. знаний, 2011. - 252 с.
6. Безопасность жизнедеятельности: учеб. для вузов /под общ. Ред. С.В. Белов. - 2-е изд., испр. и доп.- М.: Высш. шк., 1999.- 448 с.
7. Кукин, П. П. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): учеб. пособие для вузов . - 2-е изд., испр. и доп.- М.: Высш. шк., 2001.-319 с.
8. Сборник лабораторных работ по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности". Изд-во ИГХТУ, 2005.
9. Экономика и управление производством. В 2 ч. : учеб. пособие / В.Л. Молоков, Т.А. Афанасьева. - Иван. гос. хим.-технол. ун-т. - Иваново, 2000. - 100 с. - Библиогр. : с. 98. - ISBN 5-230-01482-2

10. Экономика и управление производством : учеб. пособие / В.Л. Молоков, Т.А. Афанасьева, И.С. Соколова.- М-во образования РФ;ИГХТУ. - Иваново, 2002. - 92 с. - Библиогр.: с.90. - ISBN 5-230-01569-1.
11. Нечитайло, А. И. Экономика предприятий (организаций) : учебник. / А.И. Нечитайло, А.Е. Карлик – М. : Проспект, 2014. – 304 с. – ISBN 978-5-392-12204-2.

**б) дополнительная литература:**

1. Варадан, В. ВЧ МЭМС и их применение : [монография] / пер. с англ. под ред. Ю. А. Заболотной . - М. : Техносфера, 2004. - 525 с.
2. Галперин, В. А. Процессы плазменного травления в микро- и нанотехнологиях : учеб. пособие / В. А. Галперин, Е. В. Данилкин, А. И. Мочалов ; под общ. ред. Тимошенкова. – М. : БИНОМ. Лаборатор. знаний, 2010. – 284 с.
3. Киреев, В. Ю. Введение в технологии микроэлектроники и нанотехнологии : [монография] / В. Ю. Киреев ; Гос. науч. центр Рос. Федерации, Федер. гос. унитарное предприятие "Централ. науч.-исслед. ин-т химии и механики". – М. : ФГУП "ЦНИИХМ", 2008. – 432 с.
4. Пивоваренок, С. А. Процессы микро- и нанотехнологий: учебное пособие / С. А. Пивоваренок, Д. В. Ситанов; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2016. – 254 с.
5. Фадеев, М. А. Элементарная обработка результатов эксперимента : учеб. пособие [для вузов] / М. А. Фадеев. – СПб. [и др.] : Лань, 2008. – 118 с. : ил. – ([Учебники для вузов. Специальная литература]). – Библиогр. : с. 115. – ISBN 978-5-8114-0817-7.
6. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учеб. для академ. Бакалавриата. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2015. - 703 с.
7. Бобков, А. С. Охрана труда и экологическая безопасность в химической промышленности : учеб. для хим. специальностей вузов. - 2-е изд., стер. - М. : Химия, 1998. - 399 с. : ил. - Библиогр. : с. 398-399. - ISBN 5-7245-1131-2.
8. Маринина, Л. К. Безопасность труда в химической промышленности : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся в обл. хим. технологии и биотехнологии / под ред. Л. К. Марининой. - М. : Академия, 2006. - 526 с. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр. : с. 517-519. - ISBN 5-7695-2424-3.
9. Охрана труда в химической промышленности : учеб. для хим.-технол. специальностей вузов / под ред. Г. В. Макарова. - М. : Химия, 1989. - 496 с. : ил. - (Для высшей школы). - Библиогр. : с. 494-496. - ISBN 5-7245-0246-1.
10. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. [В 2 кн.] : справочник. Кн. 1 / под ред. А. Н. Баратова и А. Я. Корольченко. - М. : Химия, 1990. - 495 с. - ISBN 5-7245-0603-3 (Кн. 1). - ISBN 5-7245-0408-1.
11. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. [В 2 кн.] : справочник. Кн. 2 / под ред. А. Н. Баратова и А. Я. Корольченко. - М. : Химия, 1990. - 384 с. - ISBN 5-7245-0604-1. - ISBN 5-7245-0408-1.
12. Экология и безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие для вузов / под ред. Л.А. Муравья.- М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000.- 447 с.
13. Экономика и управление : практикум (задачи, ситуации, тесты, аудиторные работы) / М-во образования и науки Рос. Федерации, Иван. гос. хим.-технол. ун-т ; под ред. И. Д. Кузнецовой, Н. В. Смирновой. - Иваново : ИГХТУ, 2011. - 221 с.
14. Грибов В. Д. Экономика предприятия : учебник + практикум : учебник для вузов. - М. : Финансы и статистика, 2006. - 336 с. : ил. - ISBN 5-279-02847-9.

**в) лицензионное программное обеспечение**

Системные программные средства: Microsoft Windows Professional 7 /10 Professional 32/64-bit (Russian), программа: MS Imagine Premium, Номер соглашения: 1204024860

#### Прикладные программные средства:

- Microsoft Office Standard 2016. Номер лицензии 66003847. Тип лицензии Microsoft Open License 96010904ZZE1711 (ЗАО «Софтлайн Трейд», Сублицензионный договор №53203/ЯР5073 от 21.10.2015)
- Microsoft Office Standard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition; Номер лицензии 69223755. Тип лицензии Microsoft Open License 99413613ZZE1912 (ЗАО «СофтЛайн Трейд» Сублицензионный договор 14.12.2017 №Tr000210064)
- LibreOffice 5.3; Лицензионный договор 15.11.2017 Б/Н
- Firefox 27.0.1; Лицензионный договор 15.11.2017 Б/Н
- MathCad Education; АО «СофтЛайн Трейд» Сублицензионный договор 20.09.2017 №Tr000156650
- LabVIEW 2018 SP1 для учебных целей. («Нэшнл Инструментс Рус», договор 13.03.2019 №477246)
- Компас-3D V15 (ЗАО "АСКОН" Сублицензионный договор 27.05.2013 № МЦ-13-00217)

#### **г) современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

- <http://vsegost.com> – библиотека ГОСТов
- <http://www.consultant.ru> – «КонсультантПлюс»
- <https://www.scopus.com> – реферативная и справочная база данных рецензируемой литературы Scopus
- <https://apps.webofknowledge.com> – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных Web of Science
- [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) – научная электронная библиотека
- <https://e.lanbook.com/books> – ЭБС «Инженерно-технические науки - Издательство Инфра-Инженерия». ЭБС «Издательства Лань»
- [https://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/standart/](https://ohranatruda.ru/ot_biblio/standart/) - библиотека ГОСТов и нормативов
- <https://nano.nature.com/> – База данных по наноматериалам и нанотехнологиям

#### **5. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет")**

1. Виртуальная образовательная среда Ивановского государственного химико-технологического университета <http://edu.isuct.ru/course/index.php?categoryid=293>
2. ЭБС «Контекстум» <http://rucont.ru>
3. Национальная электронная библиотека <http://нэб.рф>
4. Журнал «Нано- и микросистемная техника» [Электронный ресурс] // Новые технологии, 1999-2018. URL: <http://www.microsystems.ru/>

#### **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Методические указания для обучающихся по ГИА приведены на образовательном портале ИГХТУ. URL: <http://edu.isuct.ru/course/view.php?id=2655> .

#### **7. Материально-техническое обеспечение государственной итоговой аттестации**

- Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения (Г227):

Плазмохимическая установка Платран-100ХТ, учебно-лабораторный стенд “Определение краевых углов смачивания поверхности пленок”, вакуумная установка для разряда пониженного давления с жидким катодом, установка для обработки пленок разрядом атмосферного давления с металлическими катодами. Вакуумная установка для плазмохимического травления полупроводниковых материалов.

Оптические приборы: монохроматоры УМ-2, AvaSpec 2048L2-USB2, МУМ, металлографический микроскоп МИМ-7 с цифровой камерой Intel, Металлографический микроскоп Neophoto 30, лазерная установка LMA-10 для микроспектрального анализа,

лазерный счетчик частиц Met One 227B, полупроводниковые лазеры с длиной волны излучения 650, 532, 405 нм, лазер ЛГН-109.

Источники питания: Б5-47, Б5-48, Б5-50, Б5-44, УИП-1, П4105. Осциллографы: С1-96, GW Instek GDS-2062, GW Instek GDS-71022. Генератор ГЗ-7А. Измерительные приборы: высокоточные регуляторы температуры ВРТ с блоками У-252, И102, Р111, измеритель добротности Е4-11, усилитель измерительный У2-6, приборы комбинированные цифровые Щ-300. Денситометр ДП-1М, микровольтамперметр Ф116/2, магнитная мешалка ММС, центрифуга МРВ-310, термостат УТ-2, иономер И-1202.

6 персональных компьютеров с подключением к сети "Интернет" и доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, проектор, принтер Canon LBP-1210. Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.

- Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения (Г229):

Вакуумная установка для разряда пониженного давления и обработки полимерных материалов. Вакуумная установка для разряда пониженного давления и обработки полупроводниковых материалов. Установка с разрядом атмосферного давления с жидким катодом.

Оптические приборы: монохроматор МДР-23, монохроматоры МУМ-1, монохроматоры AvaSpec 2048FT-2 SPU, AvaSpec 3648-USB2. Приборы: масс-спектрометры МХ7304, ИПДО-2А. 6 персональных компьютеров с подключением к сети "Интернет" и доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, роутер WiFi D-Link DIR-300, Принтер HP LaserJet5100, плоттер HP DesignJet 500, проектор Benq 620P, экран ScreenMedia 70". Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.

- Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения (Г230):

Вакуумная установка для исследования разряда пониженного давления. Высоковакуумная установка с дифференциальной откачкой для исследования катодных областей тлеющего разряда. Осциллографы: С1-112А, С1-94, С1-96. Генераторы: ГЗ-109. Измерительные приборы: цифровые вольтметры В7-38, В7-22А, прибор комбинированный цифровой Щ-300, измеритель разности фаз Ф2-16, нульиндикатор Ф582, вакуумметры ВТ-2А, ВИТ-1А, ВИТ-2, ВИТ-3, стабилизатор напряжения постоянного тока П4105, усилитель напряжения постоянного тока У5-11, стабилизированный источник питания BS 525, прибор цифровой диагностический Ц43305, частотомер ЧЗ-32. Приборы: ЭПР-спектрометр РЭ1301, монохроматор МДР-23, масс-спектрометр МХ-7306. 6 персональных компьютеров с подключением к сети "Интернет" и доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, роутер WiFi ZTE, принтер Canon LBP-1210. Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.

- Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения (Г234):

Установка магнетронного напыления, установка вакуум-термического напыления, трехэлектродная установка вакуум-плазменного напыления, ВУП-4, УЗ-агрегат мойки (UD-20), установка плазмохимического травления, установка для определения электропроводности жидких сред, установка для определения угла смачиваемости поверхности,

Приборы: валковая мешалка, магнитные мешалки ММ5, установка для центрифугирования, сушильный шкаф, установка экспонирования, муфельная печь, блок питания Б5-44. Оптические приборы: оптические микроскопы: АУ-12, МИН-5, МВС-10, МОТИС, монохроматор МУМ, спектрофотометр СФ-56.

Измерительные приборы: прибор комбинированный цифровой Щ-300, прибор комбинированный Ц4325, весы аналитические ВЛР-200г-М и ВЛР-200г, весы электронные НЛ-400. 3 персональных компьютера с подключением к сети "Интернет" и доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, принтер Samsung

ML1641, мультимедиа проектор NEC NP200, экран 70", колонки Genius SP210. Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.

- Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения, организации заседаний ГЭК (Г204):

Проектор ACER XD1270D, Экран: 160×120см, переносной компьютер, активные акустические колонки. Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.

- Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в ЭИОС (Г245):

17 персональных компьютеров с подключением к сети "Интернет" и доступом в электронную информационно-образовательную среду организации. Учебная мебель.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Заведующий кафедрой ТП и МЭТ  Смирнов С.А.

Программа одобрена на заседании кафедры протокол №5 от 16.11.2018 г.

**ФОНД  
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ПО ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**(выполнение и защита выпускной квалификационной работы)**

**28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника**  
(код и наименование направления подготовки)

**Нанотехнологии и микросистемная техника**  
(профиль)

**бакалавриат**  
(уровень подготовки)

Иваново, 2018

## 1. Перечень компетенций, которыми должны овладеть обучающиеся в результате освоения образовательной программы.

Выпускник должен обладать следующими **универсальными компетенциями (УК)**:

- УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
- УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
- УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)
- УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
- УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
- УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
- УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций

**общепрофессиональными компетенциями (ОПК)**:

- ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования
- ОПК-2. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла объектов, систем и процессов
- ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные
- ОПК-4. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности
- ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии
- ОПК-6. Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил
- ОПК-7. Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать **профессиональными компетенциями** в соответствии с типами задач профессиональной деятельности, на которые ориентирована ООП ВО «Нанотехнологии и микросистемная техника»:

**научно-исследовательская деятельность:**

- Способностью проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий (ПК-1);
- Готовностью проводить исследования материалов и компонентов наноэлектроники и микросистемной техники для разработки и оптимизации технологических процессов (ПК-2);

**сервисно-эксплуатационная деятельность:**

- Готовностью к эксплуатации и сервисному обслуживанию современного технологического оборудования, используемого в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ПК-3);
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания приводится в ОТЗЫВЕ РУКОВОДИТЕЛЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (**Приложение 3**), ОЦЕНОЧНОЙ МАТРИЦЕ ЧЛЕНОВ ГЭК (**Приложение 5**), приводимых ниже.
  3. Примерные темы ВКР бакалавров направления 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, профиль «Нанотехнологии и микросистемная техника»
    - Расчет распределения примеси в кремнии при кристаллизационной очистке и диффузионном легировании
    - Сборка и настройка твердотельного СВЧ усилительно-преобразовательного модуля двух сантиметрового диапазона длин волн
    - Сборка и настройка вторичного источника питания в гибридно-интегральном исполнении для усилителя на нитрид-галлиевых полевых транзисторах
    - Проектирование СВЧ усилителя на полевых транзисторах в гибридно-интегральном исполнении
    - Параметры и состав плазмы  $CF_4$  в условиях типового промышленного плазмохимического реактора
    - Технология изготовления р-і-n диода для волноводного выключателя СВЧ диапазона
    - Технология нанесения зеркального покрытия на изделия из оптического стекла
    - Технология нанесения двухслойного просветляющего покрытия на деталь из оптического стекла
    - Технология производства биполярных ИМС по модифицированной технологии с самосовмещением и использованием поликремния (APSA-технология)
    - Технология изготовления двухслойных печатных плат методом «Тентинг»
    - Химическое осаждение арсенида галлия из газовой фазы в системе GaAs-H<sub>2</sub>O-H<sub>2</sub>
    - Технология монтажа и тестирования печатных плат
  4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения образовательной программы приведены на сайте университета по адресу: <http://isuct.ru/education/orders> и включают:
    - Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования – по программам бакалавриата, программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет»;
    - Положение о выпускной квалификационной работе бакалавра в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет»;
    - Положение о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата и программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет».

## Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Ивановский государственный химико-технологический университет»

Кафедра технологии приборов и материалов электронной техники

### КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Автор: \_\_\_\_\_  
Ф.И.О., Подпись

Руководитель: \_\_\_\_\_  
Ф.И.О., Подпись

Консультант: \_\_\_\_\_  
Ф.И.О., Подпись

Консультант: \_\_\_\_\_  
Ф.И.О., Подпись

Заведующий кафедрой: \_\_\_\_\_  
Ф.И.О., Подпись

Иваново, \_\_\_\_\_ г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Факультет Неорганической химии и технологии  
Кафедра Технологии приборов и материалов электронной техники  
Направление 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
Профиль Нанотехнологии и микросистемная техника

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

**ЗАДАНИЕ**

на квалификационную работу

студенту \_\_\_\_\_

(Ф.И.О. полностью)

1. Тема \_\_\_\_\_

2. Исходные данные \_\_\_\_\_

3. Содержание проекта (работы) \_\_\_\_\_

4. Вопросы для специальной разработки \_\_\_\_\_

5. Руководитель работы \_\_\_\_\_

(должность, Ф.И.О.)

6. Консультанты:

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание принял

7. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

8. Дата предоставления законченной работы \_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_ / Ф.И.О. /  
(подпись)

Студент \_\_\_\_\_ / Ф.И.О. /  
(подпись)

**Календарный план**

№ п/п	Наименование этапов квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы (проекта)	Примечание
1			
2			
2.1			
2.2			
2.3			
2.4			
2.5			
2.6			

**ОТЗЫВ  
РУКОВОДИТЕЛЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Тема выпускной квалификационной работы

---

Автор (студент/ка) \_\_\_\_\_

Факультет Неорганической химии и технологии Кафедра ТП и МЭТ Группа 205

Направление Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки Нанотехнологии и микросистемная техника

Руководитель \_\_\_\_\_

*(Фамилия имя отчество, место работы, должность, ученое звание, степень)*

**Оценка компетенций выпускника в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника**

<b>Требования к профессиональной подготовке (компетенции, указанные в ООП)</b>	<b>Соответствует</b>	<b>В основном соответствует</b>	<b>Не соответствует</b>
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач			
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений			
УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде			
УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)			
УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах			
УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни			
УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности			
ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на			

основе применения естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования			
ОПК-2. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла объектов, систем и процессов			
ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные			
ОПК-4. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности			
ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии			
ОПК-6. Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил			
ОПК-7. Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники			
ПК-1. Способность проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий			
ПК-2. Готовность проводить исследования материалов и компонентов наноэлектроники и микросистемной техники для разработки и оптимизации технологических процессов			
ПК-3. Готовность к эксплуатации и сервисному обслуживанию современного технологического оборудования, используемого в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники			

**Показатели оценки выпускной квалификационной работы**

	№	Показатели	Баллов		
			2	1	0
Профессиональные	1	Оригинальность и новизна полученных результатов, научных, конструкторских и технологических решений			
	2	Степень самостоятельного и творческого участия студента в работе			
	3	Уровень и корректность использования в работе методов исследований, математического моделирования, инженерных расчетов			
Универсальные	4	Степень комплектности работы. Применение в ней знаний естественнонаучных, социально-экономических, общепрофессиональных и специальных дисциплин			
	5	Использование ресурсов Internet			
	6	Использование современных пакетов компьютерных программ и информационных технологий			
	7	Наличие публикаций, участие в научно-технических конференциях, награды за участие в конкурсах			
	8	Степень полноты обзора состояния вопроса			
	9	Ясность, четкость, последовательность и обоснованность изложения			
	10	Качество оформления пояснительной записки (общий уровень грамотности, стиль изложения, качество иллюстраций, соответствие требованиям стандарта к этим документам)			
Оценка руководителя (20 баллов максимум)					

**Отмеченные достоинства:**

---



---



---

**Отмеченные недостатки:**

---



---



---

**Заключение:**

Представленная к защите квалификационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к ВКР. Степень оригинальности работы составляет \_\_\_\_\_ %, что не противоречит нормативам, установленным и утвержденным Ученым советом факультета НХиТ.

Студент \_\_\_\_\_ заслуживает оценки \_\_\_\_\_ (\_\_\_ баллов)  
Фамилия И.О.

Руководитель \_\_\_\_\_

(подпись)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол № \_\_\_\_\_  
заседания Государственной экзаменационной комиссии

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

По рассмотрению квалификационной работы студент(а/ки)

на тему \_\_\_\_\_

**Присутствовали:**

Председатель \_\_\_\_\_

Члены ГЭК: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Секретарь ГЭК \_\_\_\_\_

Состав ГЭК утвержден приказом \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

**Выпускная квалификационная работа выполнена:**

Под руководством \_\_\_\_\_

При консультации \_\_\_\_\_

**В ГЭК представлены следующие материалы:**

1. Справка деканата *НХ и Т* факультета от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. о сданных студентом(кой) \_\_\_\_\_ экзаменах и зачетах и выполнении им учебного плана.
2. Форма работы *ВКР бакалавра*, включая расчетно-пояснительную записку на \_\_\_\_\_ страницах, чертежи на \_\_\_\_\_ листах.
3. Отзыв руководителя по квалификационной работе.
4. Отчет о проведении проверки выпускной квалификационной работы на наличие заимствований.

После сообщения о выполненной квалификационной работе (в течение \_\_\_\_\_ мин.), студенту (ке) заданы следующие вопросы:

\_\_\_\_\_ (фамилия и инициалы лица, задавшего вопрос, содержание вопроса)

---

---

---

Характеристика ответов на вопросы \_\_\_\_\_

---

---

Уровень подготовленности обучающегося к решению профессиональных задач

---

---

Выявленные недостатки в теоретической и практической подготовке обучающегося

---

---

### Решение ГЭК

1. Признать, что обучающийся \_\_\_\_\_ выполнил (а) и защитил (а) выпускную квалификационную работу с оценкой \_\_\_\_\_.
  2. Признать, что обучающийся полностью выполнил учебный план по основной образовательной программе высшего образования и успешно прошел государственные аттестационные испытания.
  3. Присвоить \_\_\_\_\_ *бакалавр* \_\_\_\_\_ квалификацию \_\_\_\_\_ по направлению \_\_\_\_\_ *28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника* \_\_\_\_\_ профиль \_\_\_\_\_ *Нанотехнологии и микросистемная техника* \_\_\_\_\_
  4. Выдать диплом *установленного образца* \_\_\_\_\_
  5. Особое мнение членов ГЭК \_\_\_\_\_
- 

Председатель ГЭК

\_\_\_\_\_ (фамилия и инициалы)

\_\_\_\_\_ (подпись)

Члены ГЭК:

\_\_\_\_\_ (фамилия и инициалы)

\_\_\_\_\_ (подпись)

Секретарь ГЭК

\_\_\_\_\_ (фамилия и инициалы, должность)

\_\_\_\_\_ (подпись)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
 ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет Неорганической химии и технологии Кафедра Технологии приборов и материалов электронной техники  
 Направление Нанотехнологии и микросистемная техника Профиль Нанотехнологии и микросистемная техника

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОМИССИЯ**  
**ОЦЕНОЧНАЯ МАТРИЦА члена ГЭК по защите выпускной квалификационной работы бакалавра**

«\_\_» 202 г.

Член ГЭК \_\_\_\_\_

№	ФИО обучающегося	Критерии оценки (каждый пункт оценивается, исходя из 10 баллов, 0...10)					Оценка ответов на вопросы члена ГЭК (0...30 баллов)	Оценка руководителя (0...20)	Общая оценка (сумма баллов столбцов «3»-«10» (0...100))
		Актуальность, новизна, практическая и теоретическая значимость работы (10 баллов)	Уровень анализа литературы по тематике работы (10 баллов)	Выбор, обоснование и реализация методов научных исследований и/или проектно-технологических решений (10 баллов)	Оригинальность и новизна полученных результатов, научных и технологических решений (10 баллов)	Качество представления работы: доклад, мультимедийная презентация, общее впечатление (10 баллов)			
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									

Подпись члена ГЭК \_\_\_\_\_