

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и  
инновациям

 Лоцилов А.Г.

«14» февраля 2022 г.

## ПРОГРАММА

вступительного испытания по специальной дисциплине  
соответствующей научной специальности программы подготовки научных и  
научно-педагогических кадров в аспирантуре

2.2.8 Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и  
природной среды

*шифр и наименование научной специальности*

Программа вступительных испытаний при приеме на обучение по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре формируется на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета или магистратуры.

Составители программы: Туев Василий Иванович, д.т.н., профессор,  
зав. кафедрой РЭТЭМ

ПРОГРАММА РАССМОТРЕНА И УТВЕРЖДЕНА на заседании кафедры РЭТЭМ  
от 16.02 2022 г. протокол № 28

СОГЛАСОВАНО:

Зав. Кафедрой РЭТЭМ

Разработчик Зав. Кафедрой РЭТЭМ

Руководитель образовательной программы



В.И. Туев

В.И. Туев

В.И. Туев

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Программа вступительного испытания по специальной дисциплине соответствующей научной специальности программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

### 2.2.8 Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды

*шифр и наименование научной специальности*

(далее – Программа), сформирована на основе требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к программам магистратуры (специалитета) по соответствующим направлениям (специальностям) подготовки. Программа разработана для поступления на обучение в аспирантуру ТУСУРа.

Программой устанавливается:

- форма, структура, процедура сдачи вступительного испытания;
- шкала оценивания;
- максимальное и минимальное количество баллов для успешного прохождения вступительного испытания;
- критерии оценки ответов.

1.2 Организация и проведение вступительного испытания осуществляется в соответствии с Правилами приема, утвержденными приказом ректора ТУСУРа, действующими на текущий год поступления.

1.3 По результатам вступительного испытания, поступающий имеет право подать на апелляцию о нарушении, по мнению поступающего, установленного порядка проведения вступительного испытания и (или) о несогласии с полученной оценкой результатов вступительного испытания в порядке, установленном Правилами приема, действующими на текущий год поступления.

## 2. ФОРМА, СТРУКТУРА, ПРОЦЕДУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ОТВЕТОВ

2.1 Вступительное испытание проводится на русском языке.

2.2 Вступительное испытание по специальной дисциплине проводится в форме экзамена (письменно, устно или сочетанием обеих форм) в соответствии с перечнем тем и (или) вопросов, установленных данной Программой.

2.3 Структура экзамена: по билетам.

Вступительные испытания проводятся по билетам.

Продолжительность подготовки к ответу -40 минут

2.4 Вступительное испытание проводится экзаменационной комиссией, действующей на основании приказа ректора.

Итоговая оценка за экзамен определяется как средний балл, выставленный всеми членами экзаменационной комиссии.

Результаты проведения вступительного испытания оформляются протоколом, в котором фиксируются вопросы экзаменаторов к поступающему. На каждого поступающего ведется отдельный протокол. Протокол приема вступительного испытания подписывается членами комиссии, которые присутствовали на экзамене, с указанием их ученой степени, ученого звания, занимаемой должности и утверждается председателем комиссии. Протоколы приема вступительных испытаний после утверждения хранятся в личном деле поступающего

2.5 Шкала оценивания ответов на экзамене.

<b>неудовлетворительно</b>	<b>удовлетворительно</b>	<b>хорошо</b>	<b>отлично</b>
до 44 баллов	45 – 75 баллов	76 – 84 баллов	85 – 100 баллов

Максимальное количество баллов за экзамен – 100. Минимальное количество баллов для успешного прохождения экзамена – 45. Поступающий, набравший менее 45 баллов за экзамен, не может быть зачислен в аспирантуру.

**Таблица критериев оценки устных и письменных ответов (при наличии)**

<b>Вид деятельности</b>		
<b>Оценка</b>	<b>Балл</b>	<b>Уровень владения темой</b>
<b>неудовлетворительно</b>	до 44	Поступающий при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи делает принципиальные ошибки
<b>удовлетворительно</b>	45-75	Поступающий при ответе на вопросы не дает определение некоторых основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи некоторых явлений, при решении задачи делает принципиальные ошибки
<b>хорошо</b>	76-84	Поступающий при ответе на вопросы дает определение некоторых основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи не допускает принципиальные ошибки
<b>отлично</b>	85-100	Поступающий при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи.

2.6 Во время проведения вступительных испытаний их участникам и лицам, привлекаемым к их проведению, запрещается иметь при себе и использовать средства связи. Участники вступительных испытаний не могут иметь при себе и не могут использовать справочные материалы и электронно-вычислительную технику.

При нарушении поступающим во время проведения вступительных испытаний правил приема, утвержденных организацией, уполномоченные должностные лица организации вправе удалить его с места проведения вступительного испытания с составлением акта об удалении.

### **3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

Примерный перечень тем и вопросов для подготовки к сдаче экзамена.

#### **1. Теоретические основы контроля технических и природных объектов**

Объекты контроля. Общая характеристика и классификация объектов контроля: веществ, материалов, изделий, природной среды. Общие сведения о физических и физико-химических свойствах веществ как объектов контроля. Зависимости «состав — свойства» как методическая основа контроля .

Материалы. Общие представления о структуре металлических и неметаллических материалов и их механических и химико-физических свойствах. Дефекты металлоизделий и способы контроля. Радиационные повреждения. Дефекты неметаллических материалов и их обнаружение.

Изделие как единица продукции. Классификация промышленной продукции. Качество продукции, показатели качества и номенклатура показателей качества.

Общая характеристика природной среды как объекта экологического и геоэкологического контроля. Природные и антропогенные неблагоприятные экологические и геоэкологические факторы.

Антропогенные химическое и физическое загрязнения природной среды (тепловое, электромагнитное, радиационное, вибрационное, акустическое и др.). Основные источники загрязнения.

Нормирование загрязняющих веществ в воздухе, воде, почве. Воздействия неблагоприятных геоэкологических факторов на урбанизированные территории. Нормирование как важный элемент управления качеством природной среды. Информационное и методическое обеспечение систем контроля.

Общие сведения о методах и приборах контроля. Основные стадии формирования контроля и управления качеством. Виды технического контроля.

Измерения при контроле. Методики выполнения измерений. Выбор средств контроля. Источники погрешностей контроля. Принятие решений по результатам контроля. Статистические методы контроля.

Классификация методов контроля по признаку контролируемых свойств объекта. Общая характеристика методов аналитического контроля и методов неразрушающего контроля.

Области применения различных приборов и методов контроля. Комплексное применение методов. Экономическая эффективность применения неразрушающего контроля. Государственные и международные стандарты в области контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

Основы метрологии и метрологического обеспечения. Предмет и задачи метрологии. Классификация измерений, виды и методы измерений. Погрешности измерений, классификация погрешностей. Типовые законы распределения погрешностей измерений. Численные характеристики погрешностей измерений, интервальные характеристики погрешностей.

Классификация средств измерений (СИ). Принципы построения СИ. Типовые структурные схемы СИ и их элементы. Сигналы измерительной информации, временное и спектральное представление сигналов. Преобразование сигналов измерительной информации в СИ. Информационные характеристики СИ. Подготовка измерительного эксперимента.

Обработка и представление результатов наблюдений. Оценивание результатов и погрешностей прямых, косвенных и совокупных измерений с многократными и однократными наблюдениями. Численный анализ данных мониторинга, алгоритмическое и программное обеспечение, регрессионные модели.

Метрологическое обеспечение измерений. Закон РФ об обеспечении единства измерений. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическая служба. Особенности метрологии средств контроля.

## **2. Приборы и методы неразрушающего контроля материалов и изделий**

Приборы и методы акустического контроля. Упругие свойства твердых тел и геосред. Диаграмма деформация — напряжение. Упругие и пластические деформации тел и геосреды.

Волновое уравнение. Величины, характеризующие акустическое поле. Плоские, цилиндрические и сферические волны. Характеристический импеданс (удельное волновое сопротивление) среды. Скорость распространения и затухание волн. Отражение, преломление и трансформация волн по границе раздела двух сред. Прохождение волн через слоистые структуры.

Основные виды ультразвуковых преобразователей. Важнейшие пьезоэлектрические материалы и их характеристики. Резонансные и антирезонансные частоты. Демпфирование пьезопреобразователей. Коэффициенты преобразования при излучении и приеме.

Ультразвуковой эхо-метод и его основные характеристики: чувствительность, лучевая и фронтальная разрешающая способность. Возможности метода и ограничения его применения. Ультразвуковые резонансные дефектоскопы. Ультразвуковые теневые дефектоскопы.

Приборы для контроля методом акустической эмиссии (АЭ). Принцип и область применения метода АЭ. Эффект Кайзера. Информативные параметры метода. Помехи и борьба с ними. Выбор диапазона частот. Определение координат дефектов.

Приборы для контроля физико-механических свойств материалов. Низкочастотные средства контроля многослойных конструкций и изделий из неметаллов. Структурные схемы дефектоскопов, использующих эти методы. Преобразователи ультразвуковых дефектоскопов. Электромагнитно-акустические преобразователи. Методическое и информационное обеспечение ультразвукового контроля.

Акустическая голография. Принципы акустической голографии. Область ее применения.

Приборы и методы вибрационного контроля и диагностики. Физические основы методов обнаружения дефектов работающего оборудования по результатам измерения параметров вибрации. Основы теории виброизмерительных приборов. Виброизмерительные приборы инерционного действия. Бесконтактные преобразователи вибрации. Область применения.

Приборы капиллярного контроля. Физические основы капиллярного контроля, технология контроля. Основные дефектоскопические материалы: проникающие жидкости, проявители, очистители. Аппаратура для цветного и люминесцентного контроля. Область применения.

Приборы и методы магнитного контроля. Природа диа-, пара-, и ферромагнетизма. Методы измерения напряженности магнитных полей, намагниченности и индукции. Магнитная дефектоскопия. Магнитное поле дефекта. Методы магнитной дефектоскопии. Области применения.

Приборы и методы оптического контроля. Физическая природа оптических явлений, используемых для контроля: дифракция, интерференция, поляризация, рассеяние света, фотоэффект. Принципы построения оптических приборов контроля. Основные виды источников излучения. Аппаратура и методы оптического контроля и выявления дефектов. Область применения.

Приборы и методы радиационного контроля. Природа радиационного излучения и его основные характеристики. Интенсивность излучения. Единицы дозы и активности. Взаимодействие заряженных частиц, нейтронов, рентгеновского и гамма-излучения с веществом. Источники излучения. Методы регистрации излучения.

Основы методики радиационного контроля. Области применения. Выбор источников энергии излучения и методов регистрации. Определение размера и положения дефекта. Радиография. Стереорентгенография. Аппаратура для контроля нейтронным излучением и заряженными частицами. Радиационные толщиномеры. Компьютерная томография.

Приборы и методы радиоволнового контроля. Распространение радиоволн, взаимодействие с веществом. Отражение, преломление, поглощение, рассеяние, интерференция, дифракция. Диэлектрические свойства материалов в диапазоне микрорадиоволн. Области применения.

Приборы и методы теплового контроля. Законы теплового излучения: Планка, Вина, Стефана-Больцмана. Основы тепловых методов контроля. Виды теплового контроля. Основные области их применения. Термоэлектрические и жидкокристаллические преобразователи. Приемники инфракрасного излучения. Принципы построения пирометров: радиационных, яркостных, цветовых. Тепловизоры, их устройство и применение.

Приборы и методы контроля течеисканием. Понятие герметичности. Основные виды нарушения герметичности. Величины течей, единицы измерений. Принципиальные основы методов испытания на герметичность — регистрация проникающих через течи жидких и газообразных пробных веществ. Области применения.

Приборы и методы электрического контроля. Основы электрического метода. Измерение электрического сопротивления. Методы переменного и постоянного токов. Приборы для контроля дефектов и химического состава, основанные на измерении электросопротивления, тангенса угла потерь, диэлектрической постоянной.

Приборы и методы электромагнитного контроля. Физические основы метода вихревых токов. Уравнения Максвелла. Анализ влияния электропроводности и магнитной проницаемости. Способы разделения информации: амплитудный, фазовый, амплитудно-фазовый, переменного-частотный. Электромагнитные дефектоскопы, приборы контроля физико-химических свойств материалов.

### **3. Приборы и методы контроля веществ (аналитический контроль)**

Классификация аналитических методов и приборов. Методы и приборы, основанные на непосредственном измерении физических параметров смесей. Методы и приборы с предварительным преобразованием анализируемой пробы. Общая характеристика аналитических методов, их чувствительности и избирательности. Метрологическое обеспечение средств аналитического контроля.

Приборы и методы контроля состава жидкостей. Оптические методы и приборы контроля состава жидкостей. Фотометрические дисперсионные и недисперсионные анализаторы.

Абсорбционные фотометрические анализаторы, работающие в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра. Эмиссионные фотометрические приборы и методы контроля состава жидкостей.

Рефрактометрические, поляризационные и атомно-абсорбционные методы и приборы. Физические основы фотометрических методов, структурные схемы фотометрических анализаторов.

Радиоизотопные аналитические методы и приборы: ионизационные, активационные, абсорбционные, по рассеиванию излучения и др.

Электрохимические методы и приборы контроля состава жидкостей. Физико-химические основы методов.

Измерение электропроводности растворов контактными двух- и четырехэлектродными ячейками. Диэлькометрические анализаторы жидкостей. Полярографические анализаторы. Потенциометрические анализаторы, теоретические основы метода.

Механические анализаторы жидкостей, основанные на зависимости плотности и вязкости анализируемой пробы от ее состава. Применение микропроцессоров и вычислительных устройств в анализаторах состава жидкостей.

Приборы и методы контроля состава газов. Особенности измерения состава газов. Классификация газоаналитических приборов. Оптические приборы и методы газового анализа: абсорбционные и эмиссионные.

Абсорбционно-оптические газоанализаторы инфракрасного поглощения. Эмиссионные газоаналитические приборы.

Тепловые приборы и методы газового анализа. Магнитные газоаналитические приборы. Электрохимические приборы и методы газового анализа. Ионизационные газоанализаторы. Хроматографический метод анализа.

Приборы и методы контроля влажности газов. Области применения.

### **4. Приборы и системы контроля природной среды**

Природная среда как объект экологического и геоэкологического контроля. Основные загрязнители природной среды и их источники. Нормирование загрязнений в воздухе, воде, почве.

Основные стадии и характеристики процесса контроля природной среды (отбор пробы, подготовка пробы, измерение состава, обработка и представление результатов измерения). Основные требования к методам и средствам контроля природной среды.

Приборы и методы контроля природной среды. Классификация методов контроля параметров природной среды. Физико-химические основы методов контроля приоритетных загрязнений природной среды.

Технические средства мониторинга воздушной среды, водной среды и почв: газоанализаторы, анализаторы жидкостей, анализаторы твердых и сыпучих веществ. Принципы действия и области применения.

Методическое обеспечение аналитической аппаратуры универсального назначения (многокомпонентный анализ природной среды): атомная и молекулярная спектрофотометрия, газовые и жидкостные хроматографы, универсальные многоканальные компьютерные системы контроля окружающей среды.

Дистанционные методы контроля природной среды. Пассивные и активные дистанционные методы. Методы спектральной съемки и инфракрасной радиометрии. Методы дистанционного оптического зондирования. Методы геоэкологического дистанционного мониторинга.

Системы экологического и геоэкологического мониторинга. Структура экологического мониторинга антропогенного загрязнения природной среды, основные подсистемы мониторинга: мониторинг источников загрязнения, мониторинг атмосферы, мониторинг вод суши морей и океанов, мониторинг почв, фоновый мониторинг, геомониторинг подстилающей среды.

Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ), ее структура, функции. Региональные системы и локальный уровень ЕГСЭМ. Автоматизированные системы контроля (АСК) загрязнений как основа ЕГСЭМ.

Системы мониторинга химических загрязнений природной среды (воздуха, природных и сточных вод, почв): структура и состав. Особенности контроля экологической обстановки в условиях больших городов. Геоэкологический мониторинг урбанизированных территорий.

Общие сведения о системах мониторинга радиационных, электромагнитных, тепловых, акустических и вибрационных экологических факторов.

Системы мониторинга неблагоприятных геоэкологических факторов. Воздействие указанных факторов, нормативы контроля, технические средства, характеристики систем и области применения.

#### 4. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА ДЛЯ СДАЧИ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

<b>Билет №0</b>	
Дисциплина	Вопрос
Теоретические основы контроля технических и природных объектов	Какой вид погрешностей из перечисленных ниже не существует: абсолютная погрешность; относительная погрешность; приведенная погрешность; основная погрешность; дополненная погрешность.
Приборы и методы неразрушающего контроля материалов и изделий	Дано определение: Световая отдача электрического источника света — отношение излучаемого источником светового потока к -----. Подставьте пропущенную физическую величину: потребляемая электрическая мощность; объемный угол излучения;



	освещенность; сила света.
Приборы и методы контроля веществ (аналитический контроль)	Четырехконтактный метод измерения проводимости (сопротивления) позволяет устранить дополнительную погрешность измерения за счет: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. подводящих проводников;</li> <li>2. температуры;</li> <li>3. нестабильности напряжения источника питания.</li> </ol>
Приборы и системы контроля природной среды	Причинами изменения городского климата являются: уменьшение альбедо земной поверхности; выделение тепла городскими зданиями, промышленными объектами, автотранспортом и др., аккумуляция солнечного тепла искусственными поверхностями; увеличение неровности земной поверхности, что затрудняет горизонтальную циркуляцию воздушных масс; уменьшение средней величины испарения с земной поверхности, что способствует снижению абсолютной и относительной влажности воздуха; загрязнение атмосферного воздуха твердыми, жидкими и газообразными примесями, высокая концентрация которых приводит к образованию антропогенного аэрозоля, который препятствует инсоляции, способствует образованию туманов, выступает в качестве ядер конденсации, что в сочетании с восходящими токами воздуха увеличивает облачность и частоту выпадения осадков. Выделите наименее значимый параметр.

## 5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 5.1. Основная литература

1. Бурдун Г.Д., Марков Г.Н. Основы метрологии. — М.: Изд-во стандартов, 1985.
2. Кузнецов В.А., Якунина Г.В. Основы метрологии: Учеб. пособие. — М.: Изд-во стандартов, 1995.
3. Боднер В.А., Алферов А.В. Измерительные приборы. Учеб. для вузов. В 2 т. — М.: Изд-во стандартов, 1986.
4. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / Под ред. В. В. Клюева. — М.: Машиностроение, 1995.
5. Машиностроение: Энциклопедия. Том III-7. Измерения, контроль, испытания и диагностика / Под ред. В. В. Клюева. — М.: Машиностроение, 1996.
6. Машиностроение: Энциклопедия. Том IV-3. Надежность машин / Под общ. ред. В. В. Клюева. — М.: Машиностроение, 1998.
7. Рентгенотехника: Справочник. В 2 кн. / Под ред. В. В. Клюева. — М.: Машиностроение, 1992.
8. Неразрушающий контроль. В 5 кн. / Под ред. В. В. Сухорукова. — М.: Высш. шк., 1992.
9. Фарзани Н.Г., Илясов Л.В. Технологические измерения и приборы: Учеб. для вузов. — М.: Высш. шк., 1989.
10. Данцер К., Тан Э., Мольх Д. Аналитика. Систематический обзор. — М.: Химия, 1981.
11. Горелик Д., Конопелько Л.А., Панков Э.Д. Экологический мониторинг. Оптико-электронные приборы и системы. Учеб. В 2 т. — СПб., 1998.
12. Контроль химических и биологических параметров окружающей среды / Под ред. Л. К. Исаева. — СПб.: Центр «Союз», 1998.

## 5.2. Дополнительная литература

1. Смирнов Г.В., Смирнов Д.Г. Физические методы исследования объектов окружающей среды: Учебное методическое пособие. – Томск: Издательство Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, 2007. –107с.
2. Смирнов Г.В., Смирнов Д.Г. Геоэкологические особенности микроорганизмов и способы их контроля. (Монография). – Томск: Издательство Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, 2007. –144с.
3. Смирнов Г.В. Приборы и датчики экологического контроля. Учебное методическое пособие.). – Томск: Издательство Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, 2007.-127с.
4. Многомерные методы исследования биологических систем: (монография) / Н.Н.Несмелова, Е.Г.Незнамова, Г.В.Смирнов. Томск: Издательство Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, 2007. – 156с.

## 5.3. Периодические издания

1. Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники
2. Известия высших учебных заведений. Физика
3. Известия высших учебных заведений. Электроника
4. Микроэлектроника
5. Российские нанотехнологии
6. Электронная техника. Серия 2. Полупроводниковые приборы
7. Электроника
8. Общие вопросы физики и физического эксперимента

## 5.4. Перечень интернет-ресурсов

1. Образовательный портал в свободном доступе: «Физика, химия, математика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина» – Режим доступа: <http://www.ph4s.ru/>
2. «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]: информационная система. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
3. «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
4. «Научно-образовательный портал ТУСУР» [Электронный ресурс]: научно-образовательный портал университета. – Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/>