

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени И.С. ТУРГЕНЕВА»

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

Комплексный экзамен по приборостроению

Направление подготовки
12.04.01 Приборостроение

Профиль: Контрольно-измерительные системы автоматики и безопасности

Цель проведения вступительного испытания: выявление уровня подготовленности поступающих к освоению программы по направлению подготовки 12.04.01 «Приборостроение» на конкурсной основе.

Задачи вступительного испытания:

- проверить уровень знаний поступающих в области приборов и методов контроля состояния объектов природной среды, веществ, материалов и изделий;
- определить уровень подготовленности к освоению различных видов профессиональной деятельности, предусмотренных основной образовательной программой по направлению подготовки 12.04.01 «Приборостроение»;
- определить склонности к научно-исследовательской деятельности и выявить область научных интересов.

Требования к уровню подготовки поступающих

Поступающий в магистратуру по направлению подготовки 12.04.01 «Приборостроение» должен продемонстрировать:

- четкое знание понятий и определений, предусмотренных разделами программы вступительного экзамена;
- способность к проведению моделирования процессов, протекающих в объектах контроля, а также процессов формирования погрешности и неопределённости результатов измерений параметров объектов;
- навыки организации процедуры анализа и синтеза средств измерений по точностным критериям и применения на практике компьютерных технологий для решения поставленных задач;
- способность осуществлять проектирование и разработку средств измерений, контроля и диагностирования;

- способность применять информационные технологии на всех этапах жизненного цикла контрольно-измерительных приборов и информационно-измерительных систем;
- знание законодательной базы и основных видов проектно-конструкторской документации в области приборостроения, измерений, контроля и технической диагностики;
- знание методик оценки показателей надёжности средств измерений и контроля природной среды, веществ, материалов и изделий;
- умение точно и кратко выражать законченную мысль в устном и письменном изложении.

Форма проведения и продолжительность вступительного испытания

Форма вступительного испытания – письменный экзамен.

Продолжительность вступительного испытания составляет 90 минут.

Критерии оценки и структура экзаменационных заданий

По результату вступительного испытания выставляется оценка по 100-балльной шкале.

Критерии оценивания экзаменационного тестирования представлены в таблице 1. Критерии оценки решения тестового задания открытого типа – задачи 3-го уровня сложности представлены в таблице 2.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительных испытаний, при приеме на обучение по программам магистратуры в ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» в 2026 году составляет 51 балл.

Таблица 1 – Критерии оценки и структура экзаменационного задания

№ задания	Распределение заданий по элементам содержательной части программы вступительного испытания	Распределение заданий по виду проверяемой деятельности и уровню сложности	Максимальное количество баллов за выполнение задания
1	2	3	5
1.1	Тестовое задание закрытого типа с выбором одного ответа (из четырех предложенных вариантов), соответствующее циклам содержательной части программы вступительных испытаний.	Проверка знания и понимания теоретического материала (основных понятий, терминов, категорий, формул и т.д.) и/или проверка умений и навыков в решении задач 1-го базового уровня сложности	1
1.2	Тестовое задание закрытого типа с выбором одного ответа (из четырех предложенных вариантов), соответствующее циклам содержательной части программы вступительных испытаний.		1
1.3	Тестовое задание закрытого типа с выбором одного ответа (из четырех предложенных вариантов), соответствующее циклам содержательной части программы вступительных испытаний.		1
...	...		1
1.60	Тестовое задание закрытого типа с выбором одного ответа (из четырех предложенных вариантов), соответствующее циклам содержательной части программы вступительных испытаний.		1
Итого по части 1:			60
2.1	Тестовое задание закрытого типа с выбором множественного ответа (из шести предложенных) или тестовое задание на установление последовательности правильных ответов, соответствующее циклам содержательной части программы вступительных испытаний.	Проверка знания и понимания теоретического материала (основных понятий, терминов, категорий, формул и т.д.) и/или проверка умений и навыков в решении задач 2-го базового уровня сложности	2
2.2	Тестовое задание закрытого типа с выбором множественного ответа (из шести предложенных) или тестовое задание на установление последовательности правильных ответов, соответствующее циклам содержательной части программы вступительных испытаний.		2
2.3	Тестовое задание закрытого типа с выбором множественного ответа (из шести предложенных) или тестовое задание на установление последовательности правильных ответов, соответствующее циклам содержательной части программы вступительных испытаний.		2

№ задания	Распределение заданий по элементам содержательной части программы вступительного испытания	Распределение заданий по виду проверяемой деятельности и уровню сложности	Максимальное количество баллов за выполнение задания
1	2	3	5
...	...		2
2.10	Тестовое задание закрытого типа с выбором множественного ответа (из шести предложенных) или тестовое задание на установление последовательности правильных ответов, соответствующее циклам содержательной части программы вступительных испытаний.		2
Итого по части 2:			20
3	Тестовое задание открытого типа (с открытым вопросом) с возможностью набора с клавиатуры с развернутым ответом (полная запись решения с обоснованием выполненных действий), соответствующее одному из циклов содержательной части программы вступительных испытаний.	Проверка умений и навыков в решении задач 3-го базового уровня сложности	20
Итого по части 3:			20
Итого по вступительному испытанию:			100

Таблица 2 – Критерии оценки решения тестового задания открытого типа 3-го уровня сложности

Характеристика ответа	Баллы
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Знание демонстрируется на фоне понимания его в системе данного направления и междисциплинарных связей. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию. Могут быть допущены недочеты в определении понятий.	19-20
Дан развернутый ответ на поставленный вопрос, доказательно раскрыты основные положения вопроса; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. В ответе допущены недочеты. Отсутствует авторская позиция.	17-18
Дан развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ логичен, изложен в терминах науки, но нечетко структурирован. Допущены незначительные ошибки или недочеты.	15-16
Дан недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены существенные 1-2 ошибки в определении основных понятий.	13-14
Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Абитуриент затрудняется самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи, может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения.	11-12
Дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано.	9-10
Дан неполный ответ. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания их существенных и несущественных признаков и связей.	7-8
В ответе отсутствует раскрытие сущности базовых вопросов. Допущены грубые ошибки при формулировке определений базовых терминов и (или) формулы записаны с ошибками.	5-6
В ответе отсутствуют определения базовых терминов и (или) основные формулы физических закономерностей по существу вопроса.	4
Не получены правильные ответы по базовым вопросам, но содержание ответа показывает правильное понимание сущности вопроса.	3
Не получены правильные ответы по базовым вопросам, но содержание ответа показывает понимание сущности вопроса, хотя и недостаточно правильное.	2
Не получены правильные ответы по базовым вопросам, но содержание ответа показывает правильное понимание области знаний, к которой относится вопрос.	1
Не получены правильные ответы по базовым вопросам, содержание ответа показывает неправильное понимание области знаний, к которой относится вопрос.	0

Содержание программы вступительного испытания

Цикл «Метрология, точность и надежность в приборостроении»

Общие вопросы теоретической метрологии. Основной постулат метрологии. Понятие о погрешности измерения: истинное, действительное и измеренное значение величины. Погрешность основная и дополнительная. Неопределённость измерений. Случайная и закономерная (систематическая) составляющие погрешности. Описание результата измерения с помощью точечных и интервальных оценок: среднее арифметическое значение, оценки среднего квадратического отклонения результатов измерений и среднего квадратического отклонения среднего арифметического, доверительный интервал и доверительная вероятность.

Классификация средств измерений (СИ): эталоны, меры, измерительные преобразователи и приборы, индикаторы, измерительные информационные системы и измерительно-вычислительные комплексы. Метрологические характеристики СИ. Характеристики, предназначенные для определения результатов измерений: функция преобразований, диапазон и пределы измерения, чувствительность, цена деления и т.п. Динамические характеристики: дифференциальное уравнение, передаточная функция, переходные и импульсные характеристики, совокупность амплитудной и фазочастотных характеристик, частные динамические характеристики. Характеристики погрешностей. Принципы нормирования метрологических характеристик. Классы точности.

Анализ точности измерительных устройств (ИУ) на этапе проектирования. Цель, задачи и сущность анализа точности ИУ на этапе проектирования. Алгоритм составления математической модели (описания) ИУ в статическом и динамических режимах. Понятия о требуемой (заданной), номинальной расчетной и индивидуальной характеристиках. Основные составляющие погрешности ИУ. Погрешность схемы (приближений): понятие, методы расчета, пути уменьшения (регулирование,

введение компенсаторов, оптимизация параметров). Погрешность от несоответствия параметров и размеров элементов и деталей номинальным значениям: понятие и классификация первичных погрешностей, методы нахождения частных (частичных) погрешностей для различных видов первичных погрешностей. Методы суммирования отдельных составляющих погрешности.

Синтез ИУ по точностным критериям. Цели, задачи и сущность синтеза. Основные критерии оптимизации параметров: критерии минимума погрешности схемы; критерий минимума математического ожидания и дисперсии суммарной погрешности; экономический критерий. Применение ЭВМ при решении задач синтеза.

Обеспечение единства измерений. Законодательная метрология, прикладная метрология. Закон РФ об обеспечении единства измерений. Основные виды метрологической деятельности: метрологическая экспертиза НТД, утверждение типа, поверка и калибровка средств измерений.

Общие сведения о надежности приборов. Понятия: безотказность, долговечность, сохраняемость, ремонтпригодность, их показатели. Инженерные расчеты параметров надежности на этапе проектирования. Резервирование надежности. Виды резервирования, расчет систем с резервированием.

Цикл «Основы проектирования измерительных приборов»

Измерительные преобразователи и схемы их включения. Структурные схемы измерительных приборов, схемы последовательного преобразования, дифференциальные схемы. Обобщенная структурная схема измерительного прибора. Описание и принцип действия. Измерение угловых и линейных перемещений. Реостатные измерительные преобразователи. Электростатические (емкостные) измерительные преобразователи. Индуктивные преобразователи перемещения: принцип работы, схемы включения.

Трансформаторные преобразователи перемещения Принцип работы, схемы включения. Принципы измерений линейных и угловых скоростей. Индукционные тахогенераторы. Терморезистивные преобразователи. Тензорезистивные преобразователи: принцип работы, схемы включения, погрешности. Преобразователи работающие с использованием эффекта Холла. Пьезоэлектрические преобразователи. Фотоэлектрические приемники излучения, принцип работы, типы, основные характеристики. Термоэлектрические преобразователи, принцип работы, применение.

Электронные средства приборных систем. Масштабные преобразователи электрических сигналов. Назначение и области применения масштабных преобразователей (МП). Возможность и необходимость использования операционных усилителей в МП. Нормируемые метрологические характеристики и параметры МП. Место МП в измерительных приборах. Примеры МП построенных на основе операционных усилителей. Масштабные усилители с цифровым программированием коэффициента усиления в устройствах ввода-вывода микропроцессорных систем. Погрешности МП на примере усилителей и методы их минимизации.

Линейные и нелинейные преобразователи электрических сигналов. Назначение, области применения линейных (ЛП) и нелинейных преобразователей (НП). ЛП на основе операционных усилителей: ток-напряжение, напряжение-ток. НП на основе операционных усилителей: логарифмирующие и антилогарифмирующие. Факторы, ограничивающие применения операционных усилителей в ЛП и НП. Основные погрешности преобразователей на операционных усилителях.

Преобразователи с частотно-зависимыми элементами. Назначение и области применения преобразователей электрических сигналов с частотно-зависимыми элементами. Применение операционных усилителей в преобразователях с частотно-зависимыми элементами и факторы, ограничивающие их использование. Интегрирующие, дифференцирующие и

фазосдвигающие устройства на основе операционных усилителей и их погрешности.

Методы анализа и синтеза цифровых комбинационных устройств. Цифровые комбинационные устройства: назначение, особенности функционирования, методы анализа и синтеза. Примеры анализа и синтеза комбинационных устройств с использованием метода тождественных преобразований. Мультиплексоры и демультиплексоры цифровых устройств: назначение, разновидности, методы описания функционирования, структуры, примеры синтеза и наращивания разрядности при использовании специализированных ИС.

Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Классификация и назначение аналого-цифровых (АЦП) и цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП). Базовые принципы, положенные в основу работы АЦП и ЦАП. Место АЦП и ЦАП в структуре электронных приборов и систем. Основные нормируемые характеристики и параметры, схемотехника преобразователей.

Микропроцессоры и микропроцессорные системы. Назначение микропроцессоров, области применения и классификация, архитектурные особенности. Основополагающие принципы построения и функционирования микропроцессоров и микропроцессорных систем. Архитектура микропроцессорной системы на основе однокристального микропроцессора с отдельными шинами и фиксированным набором команд: назначение структурных единиц, принципы функционирования и обмена информацией. Запоминающие устройства микропроцессорных систем: назначение и классификация, схемотехника БИС ЗУ и организация модулей памяти микропроцессорных систем.

Информационное обеспечение проектирования. Системы астатического и статического уравнивания: пример, достоинства, недостатки. Системы программного уравнивания, пример, достоинства, недостатки, разновидности программ. Основы теории информации. Понятие

информационно-энергетического КПД. Структура, техническое и математическое обеспечение современных САПР. Интегрированные MCAD и ECAD системы. Интегрированные CAE/CAM системы. Системы SCADA. PDM-системы управления проектными данными: принципы функционирования, примеры реализации.

Цикл «Основы конструирования приборов»

Проектирование и конструирование: стадии и их содержание. Принципы конструирования. Принцип кратчайшей размерной цепи, принцип ограничения продольных и поперечных вылетов, принцип совмещения рабочих элементов деталей в соединении, принцип отсутствия избыточных базирований в соединении деталей, принцип силового замыкания деталей в соединении. Метод инверсии. Защита изделий от внешних факторов. Обеспечение помехозащищенности приборов. Методы конструирования, основанные на унификации. Конструктивная преемственность.

Цикл «Технология приборостроения»

Классификационные категории производства. Типы производства, коэффициент закрепления операций. Виды производства. Производственный процесс, технологический процесс, технологическая операция, ее структурные элементы. Виды техпроцессов: единичный, унифицированный. Виды унифицированных техпроцессов, их преимущества, область применения, порядок разработки.

Ресурсосберегающие технологические процессы заготовительного производства. Точное литье, разновидности, возможности, требования к технологичности конструкции отливок. Точная горячая штамповка. Штамповка полужидкого металла, прессование заготовок из металлопорошков, получение заготовок методом холодного выдавливания. Технологические возможности методов, требования к технологичности конструкции деталей.

Технологические возможности различных видов механической обработки резанием деталей приборов: точения, фрезерования, сверления, шлифования, резьбонарезания.

Технологические пути обеспечения заданной точности. Методы достижения заданной точности. Анализ точности технологической операции. Методы управления точностью. Надёжность технологической системы, расчёт надёжности по параметрам качества. Технологические пути обеспечения заданного качества поверхностей деталей.

Технологическая подготовка производства, цели, задачи. Организационно-методическая основа ТПП - единая система технологической подготовки производства. Основные группы стандартов ЕСТПП. Единая система технологической документации, технологические документы, порядок их заполнения. Пути совершенствования ТПП. Автоматизированная система ТПП.

Технологичность конструкции изделий, методы ее оценки. Понятие технологичности конструкции. Основные направления отработки на технологичность конструкции прибора, сборочные единицы, детали. Методы оценки и показатели технологичности конструкции.

Технико-экономические принципы построения технологического процесса изготовления изделия. Содержание технологического проектирования; выбор заготовки, определение рациональной структуры технологического маршрута изготовления, структуры технологических операций, выбор средств технологического оснащения. Методика расчёта припусков на обработку и промежуточных технологических размеров. Расчетно-аналитический метод определения технически обоснованной нормы времени на операции. Технологические пути сокращения затрат времени на операцию. Структура технологической себестоимости изделия. Сравнение вариантов ТП и выбор оптимального по технологической себестоимости.

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1 Корндорф, С.Ф. Проектирование автоматизированных контролируемых систем. Учебное пособие [Текст]/ С.Ф. Корндорф, Л.А. Бондарева – Орел.: ОрелГТУ, - 2005. – 152 с.

2 Подмастерьев, К.В. Расчет надежности приборов и систем. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие [Текст]/ К.В. Подмастерьев. – Орел.: ОрелГТУ, 2008. – 69 с.

3 Электрические методы и приборы неразрушающего контроля и диагностики. Учебное пособие [Текст]/ К.В. Подмастерьев, С.Ф. Корндорф и др. Под ред. К.В. Подмастерьева. – Орел.: ОрелГТУ, 2005. – 316 с.

4 Неразрушающий контроль: Справочник в 7 т. – т.5: В 2-х кн. Кн. 2: Электрический контроль [Текст] / К.В. Подмастерьев и др. Под общ. ред. В.В. Ключева. – М.: Машиностроение, 2006. – 679 с.

5 Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / В.В. Ключев и др. Под ред. В.В. Ключева. – М.: Машиностроение, 2005. – 656 с.

6 Воронцов, Л.Н. Теория и проектирование контрольных автоматов / Л.Н. Воронцов, С.Ф. Корндорф и др. – М.: Высшая школа. – 1980. – 560 с.

7 Распопов, В.Я. Микромеханические приборы. Учебное пособие [Текст] / В.Я. Распопов. – М.: Машиностроение, 2007. – 400 с.

Дополнительная литература:

8 Талоне, Я.Ф. Работа конструктора [Текст] / Я.Ф. Талоне. – Л.: Машиностроение, 1983.

9 Орлов, П.И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие в двух кн. [Текст] / П.И. Талоне. – М.: Машиностроение, 1988.

10 Гусев, В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебное пособие для вузов. – 4 изд. доп. / Ю.М. Гусев. – М.: Высшая школа, 2006. – 799 с.

11 Алиев, Т.М. Измерительная техника [Текст]: Учебное пособие для вузов / Т.М. Алиев, А.А. Тер-Хачатаров. – М.: Высшая школа, 1991. – 384 с.

13 Шишкин, И.Ф. Теоретическая метрология. Учебник для вузов [Текст] / И.Ф. Шишкин. – М.: Изд-во стандартов, 1991.

14 Рудзит, Я.А. Основы метрологии, точность и надежность в приборостроении: Учебн. пособие для студентов приборостроительных специальностей вузов [Текст] / Я.А. Рудзит, В.Н. Плуталов. – М: Машиностроение, 1981.

15 Подмастерьев, К.В. Точность измерительных устройств. Учебное пособие [Текст] / К.В. Подмастерьев. – Орел: ОрелГТУ, 2004. – 70.

16 Гличев, А.В. Прикладные вопросы квалиметрии [Текст] / А.В. Гличев, А.В. и др. – М.; 1983.

17 Чуприн, А.И. AutoCAD2005. Трехмерное моделирование и визуализация. Лекции и упражнения [Текст] / А.И. Чуприн. – СПб.: ООО "ДиаСофтЮП", 2005. – 768 с.

18 Хрящев, В.Г. Моделирование и создание чертежей в системе AutoCAD [Текст] / В.Г. Хрящев, Г.М. Шилов. – СПб.: БхВ – Петербург, 2004. – 224 с.

27 Валетов, В.Д. Основы технологии приборостроения [Текст, видеоматериалы] Электронный ресурс / В.Д. Валетов. – СПб.: СПбГТУ ИТМО, 2006.